

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра інженерної екології

(повна назва кафедри)

"На правах рукопису"

УДК 622.236

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Ткачук К.К.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності (спеціалізації) 101 «Екологія», «Інженерна екологія та  
ресурсозбереження»

на тему: «Зменшення екологічного навантаження від технологічних процесів  
видобутку блочного каменю»»

Виконала: студентка 2 курсу, групи ОЗ-81мп  
(шифр групи)

Головчук Лілія Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник д.т.н., проф. Ткачук К.К.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант стартап-проекту к.т.н., доцент Шевчук Н.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент к.т.н., доцент Данілін О.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**  
**“Київський політехнічний інститут**  
**імені Ігоря Сікорського”**

Факультет (інститут) Інститут енергозбереження та енергоменеджменту  
(повна назва)  
 Кафедра Інженерної екології  
(повна назва)  
 Рівень вищої освіти другий (магістерський) за освітньо-професійною  
програмою  
перший (бакалаврський), другий (магістерський)  
 Спеціальність 101 «Екологія»  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри  
Ткачук К.К.  
(підпис) (ініціали, прізвище)

«   »                      2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**

*Головчук Лілії Анатоліївни*  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема дисертації «Зменшення екологічного навантаження від технологічних процесів видобутку блочного каменю»

науковий керівник дисертації д.т.н., проф. Ткачук К. К.  
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «04» листопада 2019 р. № 3814-С

2. Строк подання студентом дисертації 11 грудня 2019 р

3. Об'єкт дослідження: технології руйнування блочного каменю для підготовки його до виймання.

4. Предмет дослідження: екологізація процесу відділення каменю від масиву родовищ

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: дослідити вплив життєвого циклу видобутку сировини гірничо-видобувного комплексу на навколишнє середовище, провести аналіз слабких і сильних сторін методів руйнування блочного каменю для підготовки його до виймання, розробити стартап-проект.

6. Перелік графічного матеріалу: 8 ілюстрацій, 19 таблиць, 6 додатків

7. Орієнтовний перелік публікацій: матеріали II Науково-технічної конференції магістрантів Інституту енергозбереження та енергоменеджменту (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

## 8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін Микола Володимирович		
Стартап-проект	Шевчук Наталя Анатоліївна		

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## Календарний план

№	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк подання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Вплив підприємств гірничодобувного комплексу на навколишнє середовище	25.09.2019 р.	Виконано
2.	Аналіз технологічних показників в залежності від способу підготовки монолітів до виймання	29.10.2019 р.	Виконано
3.	Обґрунтування екологічного способу відокремлення каменю від масиву родовищ	19.11.2019 р.	Виконано
4.	Розробка стартап-проекту	07.12.2019 р.	Виконано

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Головчук Л. А.

(прізвище, ініціали)

Науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_

(підпис)

Ткачук К. К.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Обсяг магістерської дисертації складає 67 сторінок, вона містить 8 ілюстрацій; 19 таблиць; 6 додатків; 20 джерел за списком використаних джерел.

**Актуальність теми.** Значний вплив на навколишнє середовище від буро-вибухових робіт в гірничому комплексі зумовлює необхідність заміни методу відокремлення моноліту від масиву.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерська дисертація виконувалася відповідно з планами наукових досліджень кафедри інженерної екології Інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної роботи є зменшення екологічного навантаження від технологічних процесів гірничо-видобувного комплексу із застосуванням науковообґрунтованих підходів до оптимізації відділення каменю від масиву родовищ.

Для досягнення поставленої мети слід виконати наступні задачі:

1. дослідити вплив життєвого циклу видобутку сировини гірничо-видобувного комплексу на навколишнє середовище;
2. провести аналіз слабких і сильних сторін методів руйнування блочного каменю для підготовки його до виймання;
3. обґрунтувати найбільш екологічну та найбільш економічно доцільну технологію відділення каменю від масиву.
4. розробити стартап-проект

**Об'єкт дослідження** – технології руйнування блочного каменю для підготовки його до виймання.

**Предмет дослідження** – екологізація процесу відділення каменю від масиву родовищ.

**Методи дослідження.** В магістерській роботі використані методи інформаційно-пошукових досліджень, аналітичних, еколого-економічних розрахунків та математичне моделювання. Під час виконання роботи були

використані такі комп'ютерні програми: MathCAD, AutoCAD, Microsoft Office Excel. Для вдосконалення життєвого циклу видобутку сировини в процесі екологізації гірничо-видобувного комплексу використовувалися інтернет-ресурси, нормативно-правові та методологічні документи.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

1. Вперше запропоновано вдосконалення видобутку сировини в процесі екологізації гірничо-видобувного комплексу шляхом заміни методу відокремлення блоків від масиву родовищ.

2. Вперше розраховано оптимальний кут заведення канату для підвищення виходу якісних товарних блоків.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропоновано науково-обґрунтований підхід до методу відокремлення блоків від масиву родовищ, що дозволить збільшити показники еколого-економічної рентабельності.

**Апробація результатів дисертації.** Результати проведених досліджень оприлюднені у матеріалах I Науково-технічної конференції магістрантів Інституту енергозбереження та енергоменеджменту (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВИБУХОВІ РОБОТИ, МЕТОДИ ВІДОКРЕМЛЕННЯ КАМЕНЮ ВІД МАСИВУ РОДОВИЩ, АЛМАЗНО-КАНАТНЕ РІЗАННЯ, ОПТИМАЛЬНИЙ КУТ ЗАВЕДЕННЯ КАНАТУ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.

## ABSTRACT

Volume master's thesis is 67 pages, it includes 8 illustrations; 19 tables; 6 applications; 20 of sources of information for references.

**Actuality of theme.** Significant environmental impact from the blasting operations at the mining complex necessitates the replacement of the monolith separation method from the array.

**Relationship with academic programs, plans, themes.** Master's thesis carried out according to the plans of research Environmental Engineering Institute of Energy Saving and Energy KPI them. Igor Sikorsky.

**The purpose and objectives of the study.** The aim of this work is to reduce the environmental burden of processes the mining complex using science-based approaches to optimize the separation of solid stone deposits.

To achieve this goal it is necessary to perform the following tasks:

1. investigate the impact of the life cycle of extraction of raw materials the mining complex on the environment;
2. to analyze the strengths and weaknesses of the methods of destruction of block stone to prepare it for removal;
3. prove the most ecological and the most economically attractive separation technology of solid stone;
4. develop a startup project.

**Object of research** - technology for the destruction of block stone prepare it for removal.

**Subject of investigation** - the greening process of separation of solid stone deposits.

**Research methods.** In the master's work used techniques of information retrieval research, analytical, environmental and economic calculations and mathematical modeling. When performing such work has computer software: MathCAD, AutoCAD, Microsoft Office Excel. To improve the life cycle of raw

material extraction in the process of greening the mining complex used Internet resources, legal and methodological documents.

**Scientific novelty of the results:**

1. The first time the improvement of raw material extraction in the process of greening the mining complex by replacing the method of separating blocks of solid deposits.

2. For the first time calculated the optimum angle rope winding to improve output quality commercial units.

**The practical significance of the results.** A science-based approach to the method of separating blocks of solid deposits that will increase the performance of environmental and economic profitability.

**Approbation of the results of the dissertation.** The results of the conducted researches were published in the materials of the I Scientific and Technical Conference of the Master's students of the Energy Saving and Energy Management Institute (based on the results of the dissertation researches of the undergraduate students).

**KEY WORDS:** BLASTING, METHODS OF SEPARATION FROM WOOD STONE DEPOSITS, DIAMOND-ROPE CUTTING, DOPTIMUM ANGLE OF WINDING ROPES, ENVIRONMENTAL SAFETY.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	10
ВСТУП .....	11
1 ВПЛИВ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ .....	13
1.1 Вплив гірничих розробок на стан повітряного басейну .....	13
1.2 Вплив гірничих розробок на стан водного басейну .....	16
1.3 Вплив гірничих розробок на наземну поверхню і ландшафт .....	18
Висновки до розділу 1 .....	20
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ МОНОЛІТІВ ДО ВИЙМАННЯ .....	21
2.1 Аналіз технологічних показників при алмазно-канатному різанні .....	21
2.2 Аналіз технологічних показників при використанні НРЗ .....	22
Висновки до розділу 2 .....	26
3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СПОСОБУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ КАМЕНЮ ВІД МАСИВУ РОДОВИЩ .....	27
3.1 Аналіз впливу застосування вибухових робіт при підготовці декоративного каменю до виймання .....	27
3.2 Застосування методу математичного моделювання для вибору оптимальних параметрів траншей .....	35
Висновки до розділу 3 .....	43
4 СТАРТАП-ПРОЕКТ «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛО- ГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ВИДОБУТКУ БЛОЧНОГО КАМЕНЮ»... 44	44
4.1 Опис ідеї проекту .....	44
4.2 Аналіз конкурентного середовища .....	45
4.3 SWOT-аналіз потенційних загроз та можливостей .....	45
4.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту .....	46
4.5 Обґрунтування рівня рентабельності ідеї .....	47
4.6 Обґрунтування вартості виробництва інноваційної техніки .....	48
4.7 Цільові групи потенційних споживачів .....	49
4.8 Канали збуту .....	50
4.9 Бізнес-модель проекту .....	50
4.10 Оцінка ефективності впровадження стартап-проекту та пропозиції інвестору .....	51



Висновки до розділу 4 .....	53
ВИСНОВКИ.....	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56
ДОДАТОК А.....	58
ДОДАТОК Б .....	59
ДОДАТОК В.....	60
ДОДАТОК Г .....	61
ДОДАТОК Д.....	62
ДОДАТОК Е .....	63

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

КЕВЗ – коефіцієнт ефективності використання земель;

КК – корисні копалини;

ГТС – гідро-технічні споруди;

БВР – буро-вибухові роботи;

ВР – вибухові речовини;

ЕБ – екологічна безпека;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ГДС – гранично допустимі скиди;

ЗР – забруднююча речовина

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

НПС – навколишнє природне середовище;

НРЗ – невибуховий розчинний засіб.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Значний вплив на навколишнє середовище від буровибухових робіт в гірничому комплексі зумовлює необхідність заміни методу відокремлення моноліту від масиву.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерська дисертація виконувалася відповідно з планами наукових досліджень кафедри інженерної екології Інституту енергозбереження та енергоменеджменту КПІ ім. Ігоря Сікорського.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної роботи є зменшення екологічного навантаження від технологічних процесів гірничо-видобувного комплексу із застосуванням науковообґрунтованих підходів до оптимізації відділення каменю від масиву родовищ.

Для досягнення поставленої мети слід виконати наступні задачі:

1. дослідити вплив життєвого циклу видобутку сировини гірничо-видобувного комплексу на навколишнє середовище;
2. провести аналіз слабких і сильних сторін методів руйнування блочного каменю для підготовки його до виймання;
3. обґрунтувати найбільш екологічну та найбільш економічно доцільну технологію відділення каменю від масиву.
4. розробити стартап-проект.

**Об'єкт дослідження** – технології руйнування блочного каменю для підготовки його до виймання.

**Предмет дослідження** – екологізація процесу відділення каменю від масиву родовищ.

**Методи дослідження.** В магістерській роботі використані методи інформаційно-пошукових досліджень, аналітичних, еколого-економічних розрахунків та математичне моделювання. Під час виконання роботи були використані такі комп'ютерні програми: MathCAD, AutoCAD, Microsoft Office

Excel. Для вдосконалення життєвого циклу видобутку сировини в процесі екологізації гірничо-видобувного комплексу використовувалися інтернет-ресурси, нормативно-правові та методологічні документи.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

1. Вперше запропоновано вдосконалення видобутку сировини в процесі екологізації гірничо-видобувного комплексу шляхом заміни методу відокремлення блоків від масиву родовищ.

2. Вперше розраховано оптимальний кут заведення канату для підвищення виходу якісних товарних блоків.

**Практичне значення одержаних результатів.** Запропоновано науково-обґрунтований підхід до методу відокремлення блоків від масиву родовищ, що дозволить збільшити показники еколого-економічної рентабельності.

**Апробація результатів дисертації.** Результати проведених досліджень оприлюднені у матеріалах I Науково-технічної конференції магістрантів Інституту енергозбереження та енергоменеджменту (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів).

# 1 ВПЛИВ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

## 1.1 Вплив гірничих розробок на стан повітряного басейну

Значним джерелом забруднення атмосферного повітря є шкідливі гази, які виділяються на різних етапах гірничовидобувних робіт.

Основними етапами розробки, що виділяються за технічним призначенням є:

- підготовка поверхні кар'єрного поля і осушення родовища;
- розкриття родовища і підготовка початкового фронту розкривних і добувних робіт;
- розкривні роботи;
- добувні роботи;
- рекультивація порушених земель і поверхні відвалів [1].

При веденні гірничих робіт в повітряне середовище потрапляє велика кількість неорганічного виробничого пилу. Іноді такий пил може містити небезпечні домішки такі, як свинець, хром та інші. Процес виділення пилу відбувається при геологорозвідувальних роботах, коли пробурюється перша свердловина.

Встановлено, що при бурінні свердловини шарошечним верстатом без пиловловлювання у повітря потрапляє до 2200 мг/с пилу, а в середньому в світі щорічно при здійсненні вибухів виділяється біля 8 млн. т небезпечних газів [1].

Зважаючи на те, що під час буріння в кар'єрах, особливо рудних, постійно сверлять вибухові свердловини, то гірничовидобувні роботи слід віднести до інтенсивних та безперервних джерел забруднення повітря.

Особливо велика кількість пилу потрапляє до атмосфери через масові вибухи на кар'єрах.

При середніх за розмірами вибухах на рудних кар'єрах у повітря одноразово викидається, причому на значну висоту, до 100-200 т пилу. При перфораторному бурінні шурфів без промивки, що проводиться в основному

для вторинного дроблення негабаритів, інтенсивність пиловиділення становить до 190 мг/с [2].

Слід також відмітити, що при масових вибухових роботах у повітря виділяється велика кількість газоподібних продуктів. Кількість пилу, що утворюється, значною мірою залежать від геологічних та метеорологічних умов. Хмара пилових часток може підніматися на різні висоти, залежно від способу та величини вибуху, а також від напрямку та швидкості вітру. Частки пилу під час вибуху розповсюджуються на великі відстані. Частина пилу, що осідає в районі проведення вибухових робіт знову може піднятися через роботу автотранспортних засобів на кар'єрних шляхах. Такі ділянки повітря на кар'єрі є постійно загазованими і називаються «надкар'єрним повітрям». Також значна частина пиловиділення присутня при переміщенні корисних копалин кар'єрним транспортом (автосамоскиди, автопоїзди та ін.) та при перенесенні (транспортуванні) гірничої маси конвеєрами, подрібнення її у дробарках.

Так, в залежності від місця взяття проб, концентрація забруднюючих речовин після масового вибуху становить: на уступі - 0,06% чадного газу (CO) і 0,65% двоокису вуглецю (CO<sub>2</sub>), в траншеї відповідно 0,15 і 0,85, за бортом кар'єра - 0,065 і 0,40%. [2].

Проте слід зауважити, що не на всіх відкритих розробках корисних копалин присутнє активне повітряне забруднення. Наприклад, до порівняно чистих видів розробок відносять гідравлічну (розмив напірним струменем) і дражну (за допомогою драги) розробки.

Також, на інтенсивність забруднення атмосферного повітря пилом гірничорудного виробництва впливає геологічна будова місцевості, де проводяться роботи. Враховуючи специфіку видобування корисних копалин, важлива роль належить способам зменшення шкідливої дії на атмосферне повітря (встановлення пиловловлювачів, зволоження щебенево-гравійних доріг та ін.).

Концентрації газоподібних продуктів після масового вибуху наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Концентрація газоподібних продуктів в атмосферу після проведення масового вибуху

Місце відбору проб	Об'ємна частина газу, %		Тривалість зниження концентрації CO та CO <sub>2</sub> до норм ГДК, год
	O	CO <sub>2</sub>	
Траншея	0,15	0,85	10
Уступ	0,06	0,65	2-4
СЗЗ	0,005	0,4	2

Крім вищенаведених факторів забруднення повітря є ще забруднення повітря відвалами порід. Там відбуваються процеси окислення та ерозії, а також можливе самозаймання, внаслідок якого збільшується кількість «горілих» газів. Таке горіння всередині відвалів може тривати навіть 5-10 років.

До 80% всього пилу, що виділяється на кар'єрах та прилеглих територіях, припадає на автомобільні шляхи зі щобеневим покриттям. Вони є постійнодіючими джерелами пилоутворення.

Об'єми виділених двигунами внутрішнього згорання забруднюючих речовин залежать від якості пального та режиму роботи двигуна (тривалий, короткочасний та ін.). Кількість виділених речовин також можуть залежати від навантаження (чим більше навантаження, тим більша концентрація сажі). До автомобілів-забрудників на кар'єрах відносять: самоскиди, бульдозери, пересувні компресори та ін. Вміст шкідливих компонентів у вихлопних газах дизельних двигунів європейського виробництва наведений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вміст шкідливих компонентів в вихлопних газах дизельних двигунів європейського виробництва

Складові частини	Об'ємна частина, %	
	максимальна	середня
Діоксид вуглецю	13,8	9,1
Оксид вуглецю	7,6	0,1
Водень	2,5	0,03
Вуглеводні	0,5	0,03
Оксид азоту	0,15	0,04
Альдегіди	0,04	0,002

## 1.2 Вплив гірничих розробок на стан водного басейну

Гірничопромисловою стічною водою називають воду, яка після одного або багаторазового використання в технологічних процесах на кар'єрах (шахтах) стає непридатною для подальшого її використання. Таку воду не можна вживати в подальшому, але і скидати без очищення недопустимо.

Забруднені стокові води утворюються зазвичай на відвалах пустих порід, стоянках автотранспорту, відкритих майданчиках, де зберігається видобута. Вміст небезпечних речовин в такій воді складається переважно з солей, пилу, нафтопродуктів, токсичних органічних речовин, барвників та ін.

Промислові стічні води характеризуються рядом параметрів – кількістю та фізико-хімічними властивостями розчинених, емульсованих та взважених домішок речовин, ступенем їх токсичності, лужністю або кислотністю, органолептичними характеристиками (запах, смак, колір) [1].



Джерелами забруднення водної сфери через ВГР є:

- подрібнення породи вибуховим способом;
- буріння свердловин та шпурів;
- робота автотранспорту (навантаження, розвантаження, рух).

При будівництві та експлуатації кар'єрів зазвичай виникають ускладнення через наявність поверхневих та підземних вод, тому найперше, що необхідно зробити - це виконати осушення родовищ корисних копалин.

Процес осушення на кар'єрах — це сукупність заходів, що застосовуються для пониження обводненості родовищ КК, а також для регулювання режиму притоку води при розробці родовищ корисних копалин.

Є два способи осушення родовищ:

- Водопониження, яке здійснюється шляхом проведення кар'єрних виробок.
- Відкачування води насосним обладнанням з подальшим скиданням відкачуваних вод в гідрографічну мережу.

Рівень підземних вод знижується із збільшенням глибини гірничих виробок. Природний режим таких підземних вод, запаси яких невинно скорочуються, буде порушеним вже з моменту розкриття вирубками та після відкачування води. При цьому погіршується стан і якісний склад поверхневих вод. Як наслідок, по всій території родовища корисних копалин утворюється депресійна воронка.

Розмір депресійної воронки залежить від: геологічних та гідрогеологічних умов району родовища; коефіцієнту фільтрації ґрунтів; площі та потужності пластів, який ми розробляємо; кількості дренажних точок; типу і розташування гірничої виробки; інтенсивності і тривалості водозабору та динамічного притоку води в кар'єр [2].

При відкритій розробці корисних копалин, родовища яких знаходяться поряд з поверхневими водоймами та іншими джерелами води, виникає механічне забруднення водного басейну. В результаті чого змінюється стан і зовнішній вигляд берегової смуги. Під час відкритої розробки для зменшення

механічного забруднення застосовують відкачування і відведення. Відкачують воду за межі каре'ру за допомогою каналів для відводу води та трубопроводів.

Кар'єр, що не має природного стоку поверхневих і ґрунтових вод, обладнується водовідливом із спеціальними зумпфами-водозбірниками і насосами, що мають змогу забезпечувати відкачування максимального добового припливу води безперервно протягом декількох годин [2].

### 1.3 Вплив гірничих розробок на наземну поверхню і ландшафт

Ще одним серйозним негативним впливом діяльності кар'єрів на навколишнє середовище є вплив на наземну поверхню та ландшафти. Найбільшим негативним фактором є порушення наземної поверхні при видобутку корисних копалин, що призводить до серйозних ландшафтних порушень, а саме:

- зміна структури поверхневого шару ґрунту;
- погіршення якості родючого шару ґрунту;
- зміни форм рельєфу,

В результаті гірничовидобувної і гірничопереробної промисловості утворюється такий вид ландшафтів, як техногенний ландшафт. Він є видом антропогенного ландшафту, який виник в результаті діяльності людини з використанням важкої техніки.

Як наслідок, виникає часткове знищення та деградація рослинного та тваринного світу. Такі території називаються «порушеними», тобто такими, які зазнають негативного впливу при розробці корисних та втрачають свою родючість, придатність до ведення сільського господарства.

При відкритих розробках корисних копалин земельні ресурси витрачаються у значних об'ємах. Ці ресурси використовують як для проведення відкритих гірничих виробок, так і для складування відходів, як місце для прокладання доріг для переміщення, спорудження промислових

площадок та ін. В більшості випадків, площі, які відводяться під відвали, можуть в 2 і більше разів перевищувати площу самого кар'єру.

Велика частина рослинного покриву селективно виймається, але це все-одно призводить до його порушення на великих територіях.

Зміни, зумовлені порушенням поверхні, негативно позначаються на її біологічних, ерозійних і естетичних характеристиках. Випереджуючим процесом при цьому є селективне (роздільне, розмежоване) зняття ґрунтового шару, перед яким проводяться підготовчі роботи: вирубка лісу, корчування пнів, збирання і видалення валунів, вирізання чагарників тощо [3].

Окрім вищенаведених негативних порушень під час процесу збагачення корисних копалин утворюється велика кількість хвостосховищ (хвостів) - відходів. Такі хвостосховища часто містять як цінні компоненти (алюміній, залізо), так і токсичні чи навіть радіоактивні відходи. Також під хвости відводяться великі ділянки, що негативно впливає на земну поверхню.

Досить відзначити, що на Житомирщині відходи підприємств гірничовидобувної промисловості – породи розкривні та супутні – займають 1066 га, де їх заскладовано майже 100 млн. тонн [3].

Варто зазначити, що процес природного відновлення верхнього шару ґрунту та рослинного покриву, проходить дуже повільно. Такі порушення земної поверхні стають сталими і майже не відновлюються природньо, тому їх необхідно штучно відновлювати. В таких випадках застосовують процес рекультивації.

## Висновки до розділу 1

1. При веденні гірничих робіт, а особливо при вибухових роботах в повітряне середовище потрапляє велика кількість неорганічного виробничого пилу, в склад якого можуть входити токсичні компоненти.

2. Значна кількість пилу виділяється і при роботі автотранспорту на кар'єрах, а також при переміщенні корисних копалин та їх подрібненні.

3. Природний режим поверхневих і підземних вод порушується через виконання обводнення території кар'єру, тобто осушення.

4. Під час відкритої розробки для зменшення забруднення водного середовища застосовують водовідкачування і водовідведення.

5. Внаслідок прямого та опосередкованого впливу ВГР на земну поверхню та ландшафти виникають негативні екологічні наслідки.

6. Будівництво та діяльність кар'єрів призводить до серйозних ландшафтних порушень, серед яких: зміна структури верхнього родючого шару ґрунту, зміна форм рельєфу та зменшення площ сільськогосподарських угідь.

7. Для зменшення негативного впливу на земну поверхню внаслідок розробок корисних копалин застосовують рекультивацію.

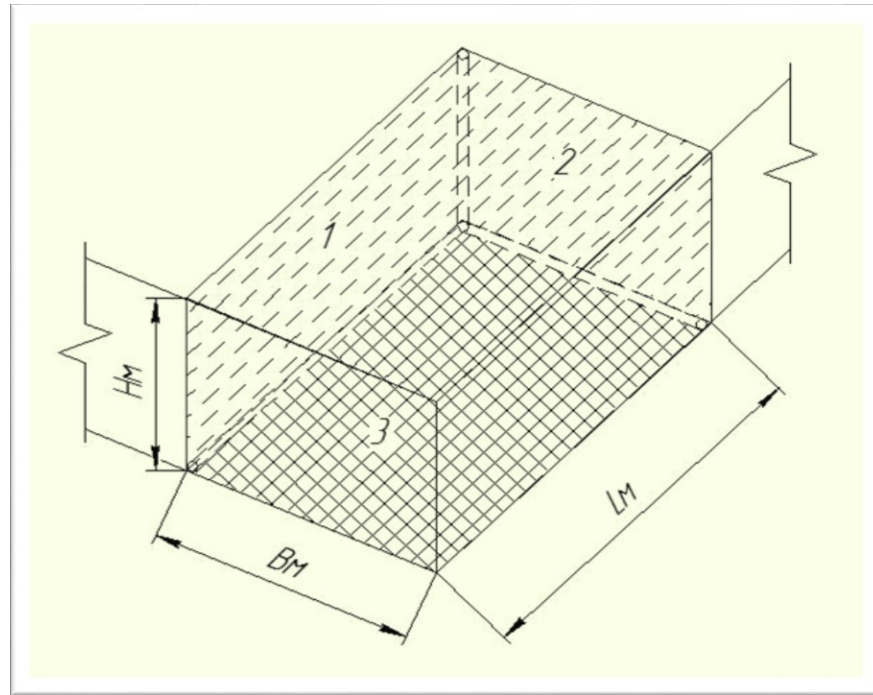
## **2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ МОНОЛІТІВ ДО ВИЙМАННЯ**

### **2.1 Аналіз технологічних показників при алмазно-канатному різанні**

В гірничовидобувному комплексі почали широко застосовувати метод відокремлення моноліту від масиву із застосуванням каменерізних машин. При застосуванні даного методу вихід товарних блоків значно покращується та зберігається монолітність масиву.

При випилюванні монолітів алмазно-канатним методом обов'язковою умовою є наявність не менше двох оголених поверхонь. На кожній з поверхонь бурять свердловини, які обов'язково мають перетнутися і через них вводять алмазний канат. Потім його пропускають через привітний шків установки і з'єднують за допомогою обтискувальних елементів. Залежно від умов розробки ці свердловини бурять в горизонтальній, вертикальній або похилій площині. У тій площині, в якій пробурені свердловини, виконують різі.

Збіжні свердловини – свердловини, що перетинаються у одній точці і призначені для послідуочого заведення крізь них алмазного контуру, яким забезпечується вертикальний чи горизонтальний пропил. Особливістю процесу буріння збіжних свердловин при підготовці вертикального чи горизонтального пропилю є обов'язковість їх взаємного перетину. На рис. 2.1 зображено схему відділення моноліту від масиву, згідно якої відділення здійснюється випилюванням трьох площин 1, 2 та 3.



$L_m$  – довжина моноліту;  $B_m$  – ширина моноліту;  $H_m$  – висота моноліту

Рисунок 2.1 – Схема зображення площин відділення моноліту від масиву

Підготовка декоративного каменю до виймання способом канатного випилювання є однією з перспективних і має порівняно невеликі витрати на інструмент. Для зменшення витрат на інструмент рекомендується випилювати великі за об'ємом моноліти. Також слід звернути увагу на схеми розміщення алмазно-канатних установок відносно випилюваних монолітів, що впливає на довжину алмазного канату, який використовується для випилювання, а отже і на його вартість [4].

## 2.2 Аналіз технологічних показників при використанні НРЗ

Для отримання невибухового руйнівного засобу потрібно подрібнити та випалити карбонатні породи. Карбонатні породи мають світло-сірий колір та порошкоподібний вид.

Наведемо 3 склада НРЗ:

1. В суміші, яка розроблена Московським інститутом ВНІСтром ім. П.П. Буднікова обпалене грубодисперсне вапно займає 98%. При температурі понад  $1400^{\circ}\text{C}$  в печах обпалюється грубодисперсне вапно. В суміші також присутні такі добавки, як борна кислота ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) та кальцинована сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Для утворення пастоподібної форми порошок змішують у співвідношенні 3:1 із водою. Збільшення об'єму ми спостерігаємо, коли суміш затвердіває. При такій зміні агрегату створюється тиск 50 Мпа при руйнації.

2. У суміші, яка розроблена Київським політехнічним інститутом, застосовують випал карбонатних порід з гіпсомістким каменем ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Після випалу суміші відбувається подрібнення клінкеру. Дана технологія створює стабільність в робочих процесах та якість суміші значно краща. Тиск розвивається до 50 Мпа.

3. У суміші НРЗ, яка створена Львівським політехнічним інститутом, грубозмолене гашене вапно є найголовнішим компонентом. Від двох попередніх складів сумішей відрізняється своєю низькою вартістю та механічним способом приготування суміші. Тиск 40 Мпа.

Для відділення моноліту від масиву за допомогою НРЗ бурять шпури, діаметр і глибина яких, а також відстань між ними визначаються залежно від фізико-механічних властивостей порід. Зі збільшенням діаметра шпурів зростає руйнівне зусилля та ймовірність холостого пострілу шпуру вгору без досягнення необхідного ефекту.

Для високоміцних порід при відділенні монолітів від масиву за допомогою НРЗ раціональний діаметр шпурів, за даними практики, знаходиться в інтервалі 36-60 мм, відстань між шпурами 20-50 см. Глибина шпурів повинна становити не менше 70% висоти відокремлюваного моноліту. Шпури заповнюються робочою сумішшю НРЗ на всю глибину.

Приготування робочої суміші здійснюється у відкритому посуді, в який заливають відведену кількість води, уяку поступово висипають зважену кількість НРЗ, ретельно перемішуючи масу до отримання хорошої її текучості.

Тривалість приготування маси не повинна перевищувати 8-10 хв. Вода, що використовується для приготування розчину НРЗ, повинна мати температуру не більше 25°C. Зменшення або збільшення витрати води від рекомендованих меж при приготуванні робочої суміші НРЗ призводить до зменшення його розширюючого зусилля [5].

НРЗ працює тільки при змішуванні з водою. В результаті хімічної реакції відбувається розширення маси в шпурі, що і створює розколююче (розширювальне) зусилля, яке збільшується з плином часу. Від цього зусилля в породі виникають напруги, які призводять до утворення тріщин, а розширююче зусилля підтримується також після появи тріщин.

Дослідно-промислові випробування НРЗ на гранітних кар'єрах (Емільянівський, Головинський, Корнинський) по відділенню монолітів від масиву показали, що зусилля, які розвиваються НРЗ, цілком достатні для відділення монолітів об'ємом більше 90 м<sup>3</sup> в породах з межею міцності на стиск до 200 МПа. У порівнянні з традиційними способами, відділення монолітів від масиву за допомогою НРЗ дозволяє збільшити вихід блоків з масиву на 5-10%, виключити руйнівний вплив на масив, підвищити якість блоків.

Витрата НРЗ на 1 м<sup>3</sup> відокремлюваною породи залежить від властивостей породи, наявності в ній тріщин, об'єму відокремлюваного моноліту і його розмірів, глибини шпурів, міжшпурових відстаней і інших показників. Ця витрата для різних порід і різних умов становить 2-5 кг на 1 м<sup>3</sup> відокремлюваною породи (на підставі промислових експериментів питома витрата НРЗ при відколі блоків граніту склала 5 кг/м<sup>3</sup>, мармуру - 3,5 кг/м<sup>3</sup>).

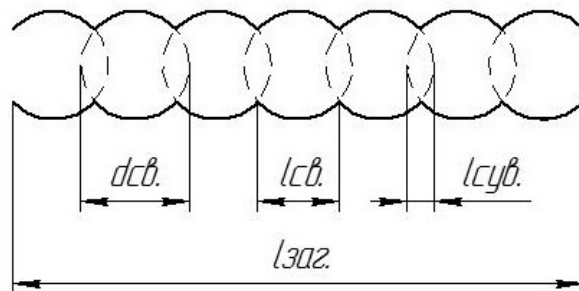
Одним з прогресивних механічних методів підготовки гірської маси до виймання є метод суцільного буріння. Вибурювання щілини застосовується тоді, коли потрібно створити третю або четверту площини оголення в первинному моноліті. Як правило, буріння виконується по торцевих гранях первинного моноліту. Крім того, буріння щілини часто використовується при проходженні з'їздів і траншей. Технологія буріння щілини є особливо ефективною на блочних кар'єрах з



низькою висотою уступу і однорідним складом породи. Щілина вибурюється пневматичними і гідравлічними буровими верстатами

Спеціальних бурових станків для вибурювання щілин вітчизняна промисловість не випускає. На деяких кар'єрах облицювального каменю використовують буровий станок СБУ – 100, який призначений для буріння свердловин діаметром 105 мм [6].

При суцільному вибурюванні щілини сусідні свердловини по діаметру перекривають одна одну, як показано на рис. 2.2. Це в свою чергу впливає на утворення і підрахунок кількісних втрат сировини.



$d_{св.}$  – діаметр свердловини;  $l_{сув.}$  – перекриття діаметрів двох сусідніх свердловин;  $l_{св.}$  – довжина пробуреної щілини від однієї свердловини;  $l_{заг.}$  – загальна довжина пробуреної щілини

Рисунок 2.2 – Схема вибурювання щілини

Підготовка декоративного каменю до виймання способом суцільного оббурювання є однією з дорогих і трудомістких технологій. Для зменшення витрат на буровий інструмент рекомендується оббурювати великі за довжиною моноліти. Також слід звернути увагу на фізико-технічні властивості порід, що дозволяють правильно підібрати буровий інструмент для певного родовища, тим самим знизить вартість та збільшить строк його експлуатації [7].

## Висновки до розділу 2

1. Для видобування блоків на родовищах високоміцних порід запропоновано використання способу канатного випилювання та розколювання породи за допомогою НРЗ.

2. На основі проведеного еколого-економічного обґрунтування можна зробити висновок, що застосування суцільного оббурювання має найбільшу вартість, найменшу – використання алмазно-канатного випилювання та відокремлення монолітів за допомогою ручних клинів. Алмазно-канатне випилювання також має високу продуктивність, тому серед всіх способів є найбільш вдалим рішенням для його застосування.

3. Застосування буро-вибухових робіт є найбільш екологічно небезпечним способом, найменш небезпечний – використання алмазно-канатного випилювання та використання НРЗ (викиди в навколишнє середовище (пил, шкідливі гази, шум та вібрація) при такому способі відокремлення монолітів – зводяться до нуля).

### **3 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СПОСОБУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ КАМЕНЮ ВІД МАСИВУ РОДОВИЩ**

3.1 Аналіз впливу застосування вибухових робіт при підготовці декоративного каменю до виймання

Механічні і фізико-технічні методи підготовки декоративного каменю до виймання майже не змінюють властивості породи, яка розробляється, і тому цим методам надається перевага. Однак, якщо брати до уваги матеріальні витрати при видобуванні і продуктивність процесів, звичайно ж, вони мають ряд недоліків. Це пов'язано в першу чергу з високою твердістю і міцністю граніту, який і обумовлює низьку продуктивність і високу вартість робіт по видобуванню гранітних блоків зазначеними методами. Ось чому на кар'єрах по видобуванню високоміцних порід типу гранітів широкого застосування набули вибухові методи, хоча і вони мають низку недоліків, пов'язаних з виникненням у масиві різного типу тріщин, які в свою чергу послаблюють його міцність.

Майже на всіх кар'єрах по видобуванню блоків відокремлення скельного розкриву від масиву виконується вибуховим методом, від ступеню обгрунтованості якого, в залежності від структурних гірничо-геологічних умов покладу, що розробляється, залежить монолітність каменю в масиві, який підготовлюється до виймання, і відповідно вихід блоків та якісні втрати корисної копалини. Спеціальних досліджень з цього питання раніше проводилося дуже мало [8].

Дослідження по даній тематиці виконувались з метою визначення раціональних методів і оптимальних параметрів вибухового відокремлення скельного розкриву від масиву та забезпечення мінімальних втрат блочного каменю при виконанні розкривних робіт.

Родовища, які досліджувалися, відрізнялися між собою гірничо-геологічними умовами, різною інтенсивністю вертикальної природної тріщинуватості, потужністю вивітрілого і зачепленого вивітрюванням каменю, наявністю або відсутністю пластових тріщин окремоті, мінералогічним

складом і властивостями порід, які заповнювали тріщини. За основний показник оцінки розкриву була взята питома площева тріщинуватість.

Аналіз класифікації гірських порід за ступенем тріщинуватості в масиві свідчить про її неприйнятність для кар'єрів по видобуванню блочних каменів, на яких питома тріщинуватість у декілька разів менша, а об'єми структурних блоків у декілька разів більші від чисельних значень класифікаційних ознак цієї класифікації.

Свого часу уточненням класифікації гірських порід за ступенем тріщинуватості займався М. Т. Бакка саме ним була запропонована класифікація скельного розкриву за технологічною складністю його відпрацювання, класифікаційними ознаками якої була прийнята питома тріщинуватість і об'єм структурних блоків. Для зручності були частково використані числові значення питомої тріщинуватості і характеристики порід по блочності окремих категорій, які були розроблені для нерудних будівельних матеріалів, табл. 3.1.

Якість вибухового відокремлення скельних розкривних порід з урахуванням необхідних умов залежить від технологічних характеристик вибухових речовин і засобів підривання, витрат вибухових речовин (ВР), параметрів вибухових свердловин (шпурів), розташування і порядку підривання зарядів, міцності порід, які підриваються, і висоти уступу [9].

Значення стосовно кожної категорії порід за складністю відпрацювання наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.1 – Класифікація скельних розкривних порід за технологічною складністю їх відпрацювання

Категорія за складністю відпрацювання	Ступінь тріщинуватості	Характеристика по блочності	Питома тріщинуватість м/м <sup>2</sup>	Максимальний об'єм структурного блоку, м <sup>3</sup>	Характерні особливості гірничо-геологічної будови
Легко відпрацьовується	Сильно тріщинуваті	Дрібноблочні	9–12	0,7	Існують тріщини окремоті усіх систем. Потужність вивітрілих порід більше 3 м, зачеплених вивітрюванням більше 1,0 м
Середньої важкості відпрацювання	Середньо тріщинуваті	Середньо-блочні	9–6	1,2	Існують тріщини окремоті усіх систем. Потужність вивітрілих порід 0,0–1,5 м, зачеплених вивітрюванням 0,5–1,0 м
Важко відпрацьовується	Слабо тріщинуваті	Крупно-блочні	6–2	4,0	Існують тріщини окремоті усіх систем. Потужність вивітрілих порід 1,0–1,5 м, зачеплених вивітрюванням до 0,5 м, розриви породи в основному третього порядку
Складна у відпрацюванні	Мало тріщинуваті	Дуже крупно-блочні	2–0,5	10,0	Відсутня одна з систем, або відстань між ними більше 10 м. Потужність вивітрілих порід 0,5–1,0 м, зачеплених вивітрюванням до 0,3–0,5 м
Яка потребує спеціальної технології відпрацювання	Не-тріщинуваті	Монолітні	Менше 0,5	Більше 10,0	Відсутня одна або декілька систем тріщин. Потужність вивітрілих порід до 0,5 м, зачеплених вивітрюванням до 0,3 м, розриви породи в основному третього порядку заповнені породами малої щільності

Таблиця 3.2 – Оптимальні параметри вибухового відокремлення скельних розкривних порід

Категорія за складністю відпрацювання	Висота уступу $H$ , м	Діаметр шпура або свердловини, мм	Величина недобуру до покрівлі першого видобувного уступу, $h$ , м	Середня витрата буріння на 100 м³ породи, яка підривається, м	Характеристика параметрів підривного відокремлення
Легко відпрацьовується	Більше 4	105	$h = 0,4H$ при бризантних ВР $h = 0,2H$ при металевих ВР	10–12	Підривання одиночних або групових свердловинних зарядів бризантних або металевих ВР із зарядом в розрахунку на амоніт 450 г/м³, при порохомому підриванні по 600–650 г/м³.
Середньої важкості відпрацювання	2,0–4,0	Свердловини 105, або шпури 60	$h = 0,2H$	12–14	Підривання одиночних або групових свердловинних (шпурових) зарядів димного пороху з розрахунку величини заряду 450–500 г/м³.
Важко відпрацьовується	1,5–2,0	Шпури 42	$h = 0,3H$	60–70	Підривання групових шпурових зарядів з відстанню між шпурами 1,0–1,5 м, витратою пороху 400–450 г/м³, ініціюванням вибуху електрозапальниками.

Продовження таблиці 3.2

Категорія за складністю відпрацювання	Висота уступу $H$ , м	Діаметр шпура або свердловини, мм	Величина недобуру до покрівлі першого видобувного уступу, $h$ , м	Середня витрата буріння на 100 м <sup>3</sup> породи, яка підривається, м	Характеристика параметрів підривного відокремлення
Складна у відпрацюванні	1,5–2,0	40	$h = 0,3H$	70–80	Підривання групових шпурових порохових зарядів з відстанню між шпурами 0,8–1,1 м, витратою пороху 300–350 г/м <sup>3</sup> , ініціюванням вибуху електрозапальниками.
Яка потребує спеціальної технології відпрацювання	До 1,5	40	$h = 0,5H$	80–85	При наявності пластових тріщин доцільне підривання групи шпурових порохових зарядів з відстанню між шпурами 0,7–1,0 м, витратою пороху 200–300 г/м <sup>3</sup> , ініціюванням вибуху електрозапальниками. При відсутності пластових тріщин розкривні породи відокремлюють від масиву разом з першим видобувним уступом з наступним відколюванням його в процесі виготовлення блоків.

Запропоновані способи підготовки скельних порід до виймання забезпечують монолітність каменю в масиві, який готується до виймання. Однак при даному способі підготовки існують втрати  $B_{к.к.}^к$  блочного каменю, які обумовлені вийманням блочного каменю разом зі скельним розкритом до проектної позначки покрівлі першого видобувного горизонту і розубожінням підривними роботами ділянок свіжого граніту, які потрапляють до розкритого уступу. Ці втрати пропонується визначити, користуючись наступною формулою:

$$B_{к.к.}^к = S \cdot h_1 + S \cdot h_2, \text{ м}^3, \quad (3.1)$$

де  $h_1$  – потужність свіжого каменю, який втрачається при виконанні розкритих робіт, яка обумовлена параметрами розкритого уступу і дотриманням запроектованої позначки покрівлі видобувного горизонту, її можна визначити за формулою:

$$h_1 = H - H_c, \text{ м}, \quad (3.2)$$

де  $H$  – проектна позначка покрівлі видобувного уступу;

$H_c$  – середня позначка покрівлі свіжого каменю за результатами геологічної розвідки або експлуатаційної розвідки, м;

$S$  – площа зняття скельних розкритих порід, м<sup>2</sup>;

$h_2$  – потужність пачки свіжого граніту між проектною позначкою покрівлі видобувного горизонту і позначкою найближчої відносно покрівлі уступу пластової тріщини, м. Ця пачка каменю є зруйнованою вибухами і її виймання виконується разом з розкритом [10].

У рівнянні 3.1 перша частина – це кількісні втрати, а друга частина – втрати-відходи.



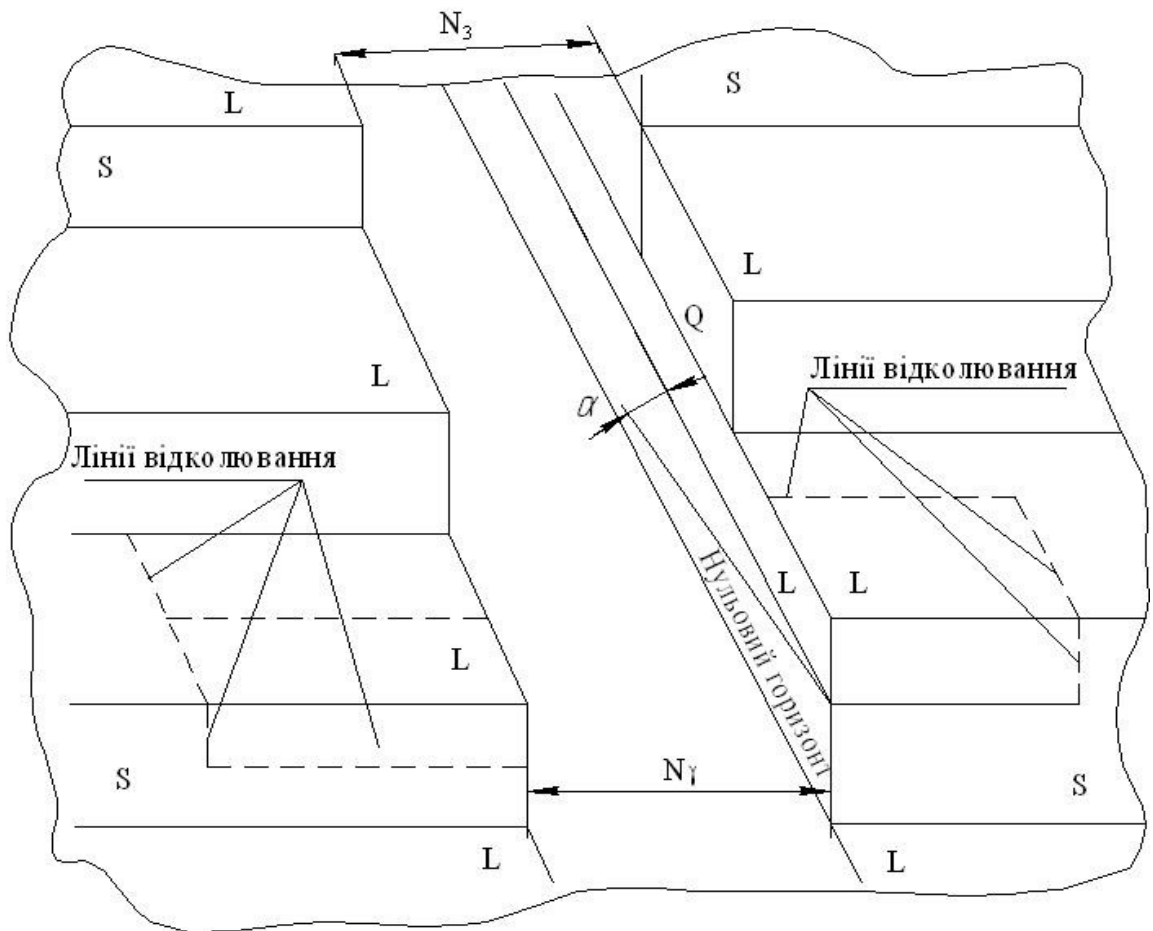
При будь-якому способі підготовки каменю до виймання ефективність видобування блоків визначається числом площин оголення, що обумовлюють величину питомої площі відколу. Тому на практиці для зручності відокремлення блоків від масиву проводять додаткові гірничопідготовчі роботи, які забезпечують створення двох, трьох і більше площин оголення. Найбільш продуктивну і економічно ефективну роботу по видобуванню кам'яних блоків забезпечує наявність трьох площин оголення у вибої, тому цей варіант на практиці є найбільш поширеним.

Найбільш сприятливим варіантом підготовки каменю до виймання є таке розташування вибою, коли основа блоку, який відокремлюється, співпадає з поверхнею первинно-пластової тріщини, одна з бокових або торцевих граней оголена. Для створення другої грані потрібно проходити врубову траншею (рис. 3.1).

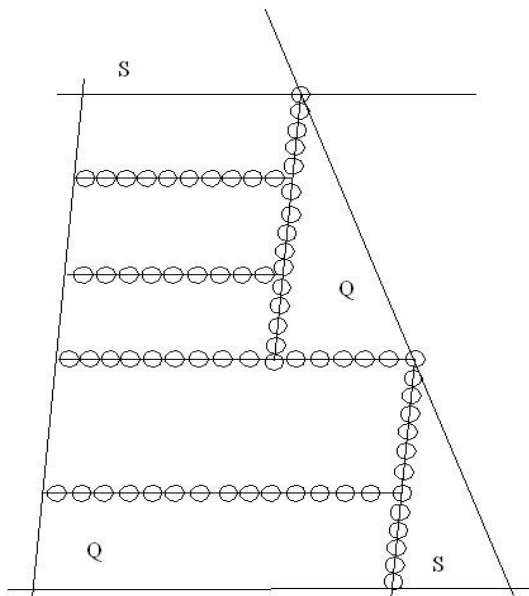
Розрізну траншею доцільно проходити паралельно повздовжнім тріщинам  $S$ , врубову уздовж поперечних тріщин  $Q$ . Відколювання моноліту або блоку повинне проводитись так, щоб його довша сторона була паралельна повздовжнім тріщинам  $S$  [11].

Шляхом аналізу літератури встановлено, що врубові і розрізні траншеї необхідно проходити між вертикальними тріщинами однієї і тієї ж головної системи. На рис. 3.1 показано випадок проходження врубової траншеї між двома вертикальними поперечними тріщинами  $Q$ . Розрізна траншея, яка розкриває масив, проходила у даному випадку між повздовжніми тріщинами  $S$ .

a



б



в

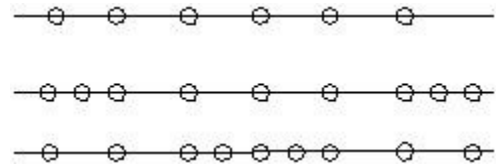


Рисунок 3.1 – Схема проходження розрізної траншеї вибуховим методом

Обов'язковими умовами, що витікають з поставлених вимог, при проходженні траншей є:

- закладення устя траншеї на ділянках з великим значенням відстані між тріщинами  $N_\gamma > N_3$ , з таким розрахунком, щоб у процесі проходження траншеї її фронт по ширині зменшувався;
- первинно-пластова тріщина на ділянці в напрямку проходження траншеї повинна мати додатній нахил (кут  $\alpha$  зі знаком плюс відносно нульового горизонту);
- вертикальні тріщини (у нашому випадку тріщини  $Q$ ) повинні бути розкриті таким чином, щоб при певних умовах вони могли б погасити енергію вибуху і не допустити її поширення на масив, який готується до виймання;
- ділянка між тріщинами по своїй ширині повинна забезпечити навантажувально-виймальні роботи при проходженні траншеї [12].

### 3.2 Застосування методу математичного моделювання для вибору оптимальних параметрів траншей

Видобування декоративного каменю високої міцності в Україні і закордоном здебільшого здійснюється відкритим способом. Блоки видобувають у кар'єрах середньої потужності 3–5 тис. м<sup>3</sup> блоків у рік.

Вимоги, які висуваються до декоративного каменю, а саме збереження його фізико-механічних властивостей і декоративності, отримання блоків визначеної форми і розмірів, обумовлюють специфічну мету і особливості розкривних, гірничопідготовчих і видобувних робіт.

Виймання і транспортування розкривних порід повинні виконуватись так, щоб поряд з розкриттям покладу каменю забезпечувалось повне

збереження його монолітності і декоративних властивостей у масиві, який готується до виймання.

Гірничопідготовчі роботи на кар'єрах по видобуванню блоків повинні не тільки створювати транспортний доступ до вибоїв і початковий фронт гірничих робіт, але й забезпечувати створення додаткових площин оголення у видобувних вибоях зі збереженням у них монолітності і декоративності каменю [13].

Видобувні роботи в кар'єрах блочних лабрадоритів за виробничими процесами, структурами комплексної механізації суттєвим чином відрізняються від робіт на кар'єрах по видобуванню інших корисних копалин, де основний процес – руйнування гірського масиву. При видобуванні декоративного каменю важливим є збереження фізико-механічних властивостей породи з мінімально допустимими змінами. Це в свою чергу обумовлює інший порядок і послідовність виконання відкритих гірничих робіт у межах кар'єрного поля, тобто свою специфічну систему розробки.

Основним технологічним процесом, що змінює агрегатний стан і місце розташування декоративного каменю, є підготовка його до виймання. Витрати на підготовку блочного каменю до виймання з масиву досягають 50-70% від собівартості.

Разом з видобуванням блоків можливе використання канатної установки для проходження траншей. Це допоможе добувати в декілька разів більше товарних блоків у кар'єрах.

На сьогоднішній день все більше українських каменевидобувних підприємств застосовують алмазний канат для відокремлення блоків високоміцних порід облицювального каменю. Це обумовлюється перевагами даної технології у порівнянні з іншими: малий вплив на екологічний стан навколишнього середовища, економічність, зручність у використанні. При застосуванні буроклинових та буровибухових технологій для відокремлення монолітів від масиву поверхня готового блока на кожній грані має значну

мікротріщинуватість. Дана проблема обумовлює необхідність у відокремленні тріщинуватої частини блоку шляхом пасерування монолітів із застосуванням алмазно-канатного різання [14].

Різноманітність конструкцій сучасних алмазних канатів дає можливість використання алмазно-канатного способу різання для видобування каменю будь-якого типу. Алмазно-канатні установки надзвичайно мобільні та гнучкі у технологічному плані порівняно з застарілим типом канатного різання – канатно-абразивними установками, та іншим видобувним обладнанням. Вони не потребують великого об'єму підготовчих робіт, не обмежують висоти видобувного уступу. Досить органічно поєднуються із іншим обладнанням при комплексній механізації. Широка зацікавленість алмазними канатними установками яскраво показує перспективність використання даного каменевидобувного обладнання.

Для покращення конкурентоспроможності товарів вітчизняних каменевидобувних і каменеобробних підприємств на внутрішньому і міжнародному ринку слід нарощувати продуктивність видобутку блоків природного каменю та поліпшувати їх якість. Завдяки універсальності, технологічній гнучкості, простоті конструкції та високому ступеню ресурсозбереження алмазно-канатне різання є одним із способів досягнення цієї мети.

Пропонується розкриття траншей за допомогою канатної установки без застосування буро-вибухових робіт. Проходка траншей з використанням канатної пили пропонується проходити за схемою (рис. 3.2).

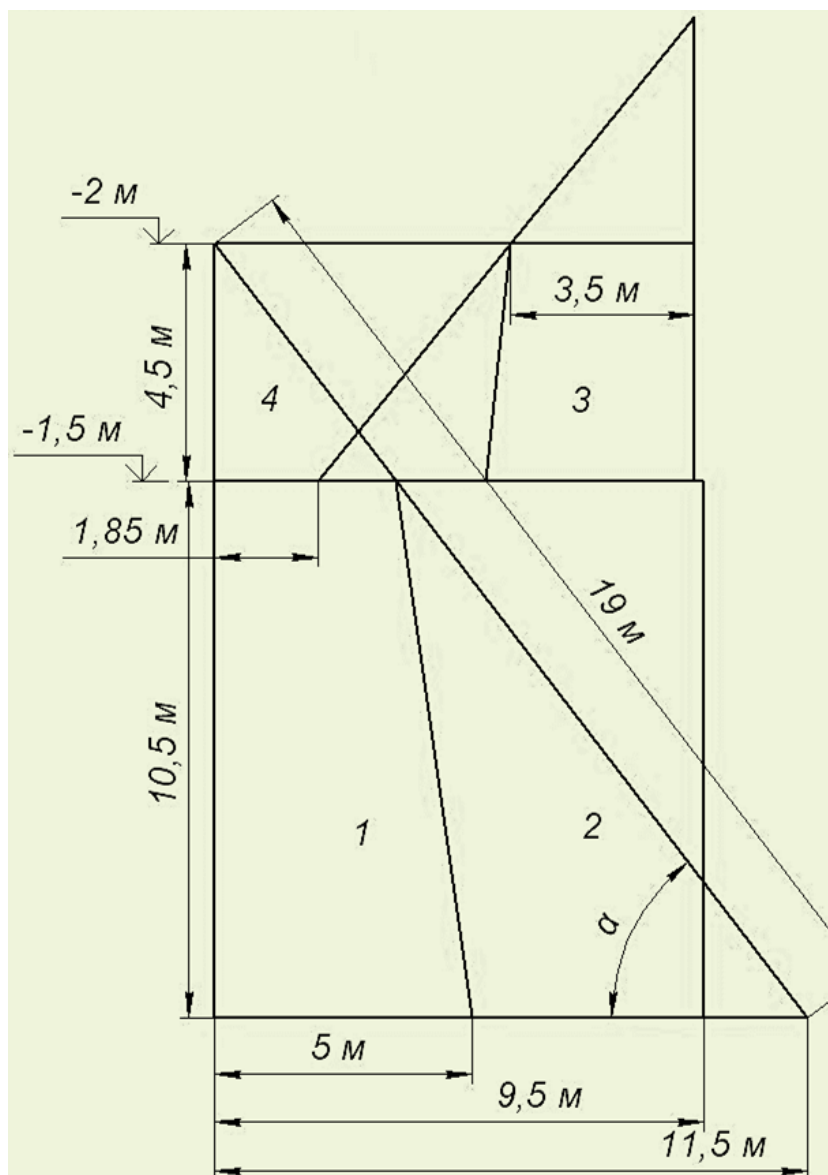


Рисунок 3.2 – План розробки в'їздної траншеї

Спочатку виконують різання бокових поверхонь, потім бурять шпури під кутом до денної поверхні, заливають у них НРЗ і за допомогою пневмоподушок або гідродомкратів виймається даний клин. Далі виконується відділення вертикальної частини даного блока за допомогою установки суцільного вибурування, проходить відділення залишених частин масиву алмазно-канатною установкою і проводиться видалення породи. Процес повторюється до досягнення необхідної довжини. Даний спосіб проходження траншей допомагає зменшити кількість техногенних тріщин і переподрібнення, значно підвищується якість сировини і подальший вихід

блоків з масиву, а також можливе використання породи, що знаходиться на місці траншеї [15].

Найекономічніший результат буде досягнуто при найменшій кількості заходок. Але при цьому також потрібно враховувати вихід товарних блоків. Залежно від кута  $\alpha$  забурювання також буде змінюватися кінцева ширина траншеї (рис. 3.3) та кількість заходок (рис 3.4). Графік описує залежність:

$$\alpha = 13,79 \cdot n + 50,42$$

де:  $\alpha$  – кут заведення канату;

$n$  – кількість заходок.

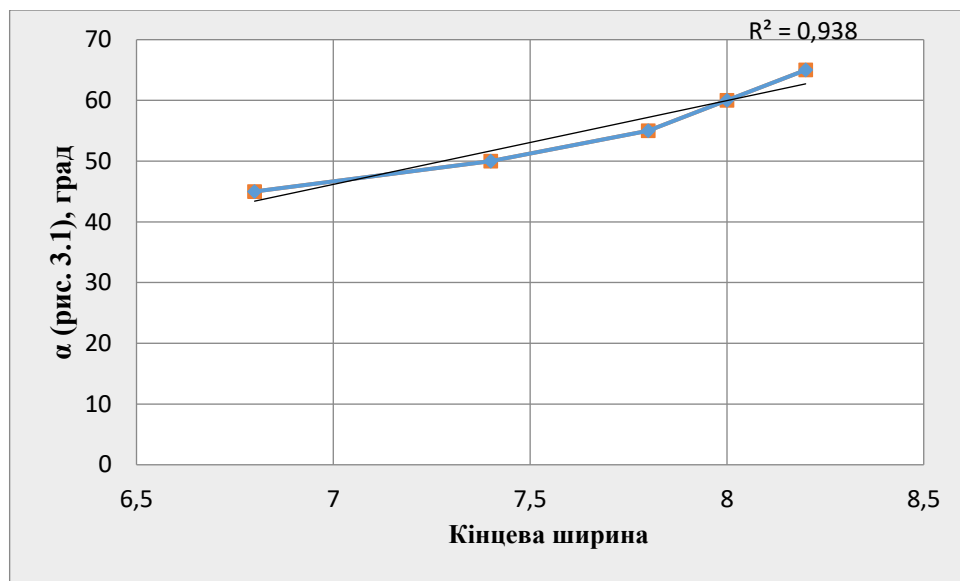


Рисунок 3.3 – Залежність зміни кінцевої ширини траншеї для досягнення проектної глибини 6 м

$$\alpha = -3,232 \cdot n + 79,56$$

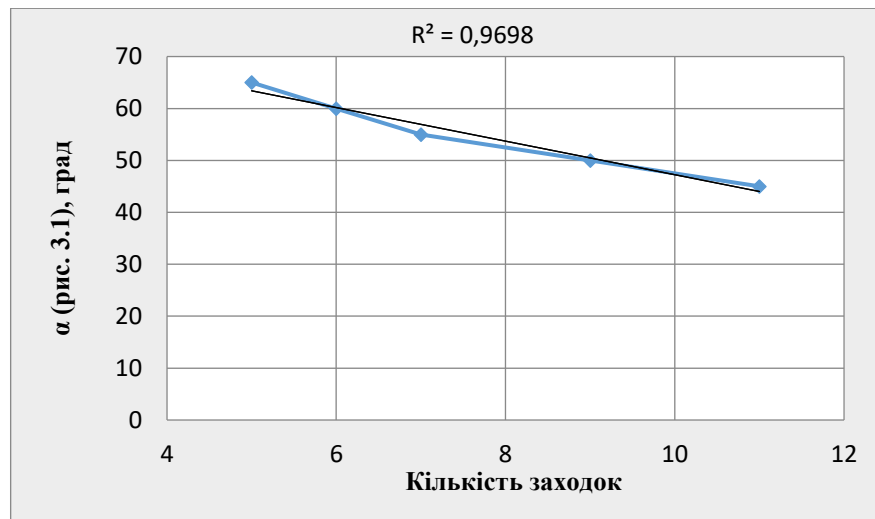
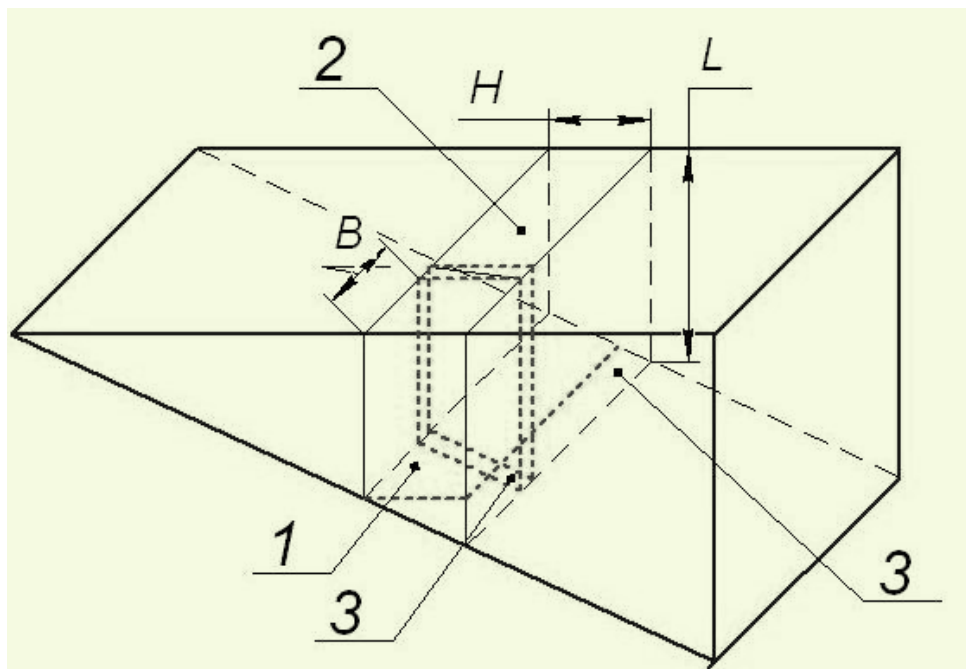


Рисунок 3.4 – Зміна кількості заходок для досягнення проектної глибини 6 м

З графіка видно, що найбільш оптимальним та економічно вигідним буде забурення під кутом 65 град. При якому кількість заходок рівна п'яти [16].

При підрахунку об'ємів кондиційних блоків приймаємо форму окремостей, як показано на рис. 3.5. Розрахунок виходу блоків наведено в додатку А-Д.



В – ширина; Н - висота; L – глибина; 1 – перший відокремлюваний блок; 2 – другий відокремлюваний блок; 3 – втрати облицювального каменю

Рисунок 3.5 – Схема відокремлення товарних блоків



Таблиця 3.3 – Вихід товарних блоків при однаковій початковій ширині

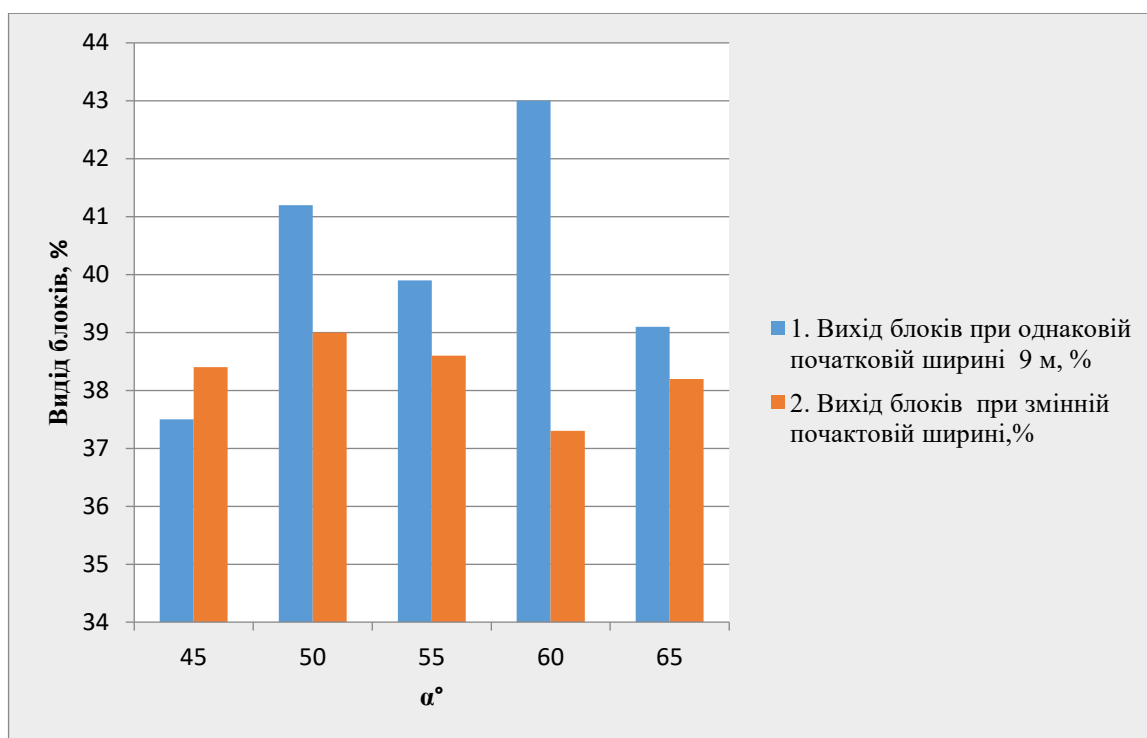
Кут, град	Ширина траншей (початкова), В, м	Кількість заходок	Вихід блоків, V, %
45	9	11	37,5
50	9	9	41,2
55	9	7	39,9
60	9	6	43,0
65	9	5	39,1

З табл. 3.3, при однаковій початковій ширині 9 м та глибині 6 м., видно, що найбільший вихід товарних блоків буде при куті заведення канату  $\alpha=60^\circ$ [17].

Таблиця 3.4 – Вихід товарних блоків при змінній початковій ширині для досягнення проектної ширини 6,6 м, глибини 6 м

Кут, град	Ширина траншей початкова, В, м	Кількість заходок	Вихід блоків, V, %
45	8,8	11	38,4
50	8,4	10	39,0
55	8,2	9	38,6
60	7,8	7	37,3
65	7,6	6	38,2

З табл. 3.4, при змінній початковій ширині для досягнення проектної 6,6 м та глибині 6 м., видно, що найбільший вихід товарних блоків буде при куті заведення канату  $\alpha=50^\circ$



1 – при початковій ширині 9 м; 2 – при змінній початковій ширині;  $\alpha^\circ=45-65$

Рисунок 3.6 – Вихід товарних блоків

### Висновки до розділу 3

1. При видобуванні блоків декоративного каменю якісно-кількісні втрати каменю та викиди в навколишнє середовище формуються при всіх виробничих кар'єрних процесах, але найбільше вони утворюються при підготовці каменю до виймання.
2. Найоптимальніший результат буде досягнуто при меншій кількості заходок, але при цьому потрібно приймати до уваги оптимальні об'єми товарних блоків. Тому розраховано оптимальними кути заведення канату: при однаковій початковій ширині 9 м та глибині 6 м, видно, що найбільший вихід товарних блоків буде при куті заведення канату  $\alpha=60^\circ$ ; при змінній початковій ширині для досягнення проектної 6,6 м та глибині 6 м, видно, що найбільший вихід товарних блоків буде при куті заведення канату  $\alpha=50^\circ$ .
3. Залежність між кутом заведення канату при відпрацюванні постільної площини є лінійною від кінцевої ширини траншеї.
4. Також було доведено, що при зміні методу руйнування гірських порід з буро-вибухових робіт на відділення блоків від масиву із застосуванням алмазно-канатного різання та НРЗ викиди пилу та шкідливих газів зведуться практично до нуля.

## 4 СТАРТАП-ПРОЕКТ «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ВИДОБУТКУ БЛОЧНОГО КАМЕНЮ»

Стартап – це проект, який передбачає створення бізнес моделі та направлений на практичну реалізацію інноваційних ідей, технологій і послуг.

Головною метою стартапу є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес модель, яка має враховувати сегмент і взаємодію зі споживачами, цінність продукту або послуги, канали збуту, монетизацію, ключові види діяльності, ресурси та партнерів. Розрахунки проведено за методикою [18] і на основі даних [19] – [20].

### 4.1 Опис ідеї проекту

У табл.4.1 наведено опис ідеї проекту, напрямок її застосування та потенційні вигоди для споживачів.

Таблиця 4.1 – Опис ідеї та її переваг для споживача

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги та вигоди для споживача
Відокремлення блоку від масиву родовищ за допомогою алмазно-канатних машин при оптимальному куту заведення канату	Гірничопромисловий комплекс	Менша вартість у порівнянні з буро-вибуховими роботами
		Низька енергоємність
		Викиди в атмосферу зводяться до нуля
		Можливість отримувати блоки великих розмірів
		Отримання блоків більш високої якості

Ідея передбачає внесення змін до відокремлення моноліту від масиву родовищ за допомогою алмазно-канатних машин при оптимальному куту заведення канату. Це дозволить отримувати блоки більш високої якості та зменшити екологічне навантаження.

Дана технологія дозволяє зменшувати екологічне навантаження водночас вести діяльність гірничопромислових комплексів на тому ж рівні. Корпоративна соціальна відповідальність має на меті участь у житті соціуму на територіях присутності підприємств. Зменшення викидів в атмосферу дозволить проводити діяльність згідно міжнародним умовам. Всі ці фактори підвищують позитивну репутацію компанії, яка впроваджує таку технологію і дозволяє отримати ряд переваг при котуванні на міжнародних біржах за показником EGS.

#### 4.2 Аналіз конкурентного середовища

На території України основним конкурентом, тобто основним методом відокремлення моноліту є буро-вибухові роботи. У табл. 4.2 наведено основну інформацію щодо конкурентів та розглянуто техніко-економічні показники.

Таблиця 4.2 – Аналіз конкурентів на ринку

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Стартап проект	Конкурент1
1.	Матеріал для спалювання	Алмазно-канатне різання	Буро-вибухові роботи
2	Річні викиди пилу, т/рік	0,3	1,4
3	Річна продуктивність, м <sup>3</sup>	2500	2000

#### 4.3 SWOT-аналіз потенційних загроз та можливостей

Аналіз загроз та можливостей дозволяє SWOT-аналіз дозволяє впорядкувати та оцінити процес формування ідеї, але не охоплює остаточну інформацію для реалізації стартап-проекту. Результати наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – SWOT-аналіз для впровадження технології

<b>Сильні сторони</b>	<b>Слабкі сторони</b>
1. Можливість одержувати довгі пропили невеликої ширини; 2. Низька енергоємність; 3. Можливість отримувати блоки великих розмірів; 4. Отримання блоків більш високої якості.	1. Вік цільової аудиторії; 2. Відсутність патенту на виріб; 3. Відсутність власних виробничих потужностей, створення яких потребує капіталовкладення.
<b>Можливості</b>	<b>Загрози</b>
1. Вихід на міжнародний ринок; 2. Доступність інвестицій та кредитів; 3. Оптимізована технологія.	1. Негативні зміни з боку національного законодавства; 2. Наявність значної кількості конкурентів.

Для гірничопромислового комплексу важливим є можливість отримувати блоки великих розмірів.

#### 4.4 Обґрунтування ресурсного забезпечення проекту

Вартість усіх етапів реалізації проекту залежить від багатьох показників. Капітальні витрати наведено у табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Величина капіталовкладень

Статті капіталовкладень	Величина, тис. грн.
1	2
Прямі матеріальні затрати	346 400
– Алмазно-канатна установка	2 250 000
– Опалення	44 000
– Витрати палива й енергії	52 400
Прямі затрати на оплату праці виробничих працівників	2331
– заробітна плата за ставками і тарифами виробничих працівників	500
– премії, заохочення, компенсаційні виплати виробничих працівників	150
– оплата відпусток виробничих працівників	263
Соціальні відрахування до Пенсійного фонду – 22% по заробітній платі виробничих працівників	583
Вартість основних фондів та нематеріальних активів виробничого призначення	17 000

## Продовження таблиці 4.4

1	2
– початкова вартість задіяних у виробничому процесі основних засобів та необоротних нематеріальних активів (разом із транспортуванням, установкою та демонтажем)	17 000
Інші прямі витрати:	33 500
– витрати на дослідження та розробку інноваційних продуктів	3 500
– витрати на оплату комунальних послуг	10 000
Загальновиробничі витрати	58 950
– витрати на управління виробництвом (оплата праці управлінського персоналу всіх підрозділів підприємства разом із ЄСВ до Пенсійного фонду, відряджень тощо)	50 950
– витрати на опалення, освітлення, водопостачання, водовідведення та інше утримання виробничих приміщень	8 000
Всього капіталовкладень на реалізацію проекту	2 602 430 000

## 4.5 Обґрунтування рівня рентабельності ідеї

Прибуток – це частина валового доходу підприємства за виключенням усіх витрат на виробничу та комерційну діяльність.

Дані обґрунтування необхідного рівня прибутку інноваційної ідеї, для якої розраховується ціна узагальнено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Обґрунтування рівня рентабельності

Статті витрат	Од. вимір.	Значення показників
1	2	3
1. Собівартість одиниці продукції	грн.	300
2. Обсяг виробництва в рік		30 609
3. Необхідний прибуток	грн.	157 195 667
3.1. Кредитні засоби та їх обслуговування	грн.	86 830 447
3.2. Засоби ФРВ	грн.	43 415 223
3.3. Засоби ФСР	грн.	21 707 611
3.4. Засоби ПФ	грн.	3 256 141
3.6. Фінансовий резерв	грн.	1 628 070
3.7. Податок на прибуток	грн.	358 175
4. Необхідний рівень рентабельності продукції	%	14

#### 4.6 Обґрунтування вартості виробництва інноваційної техніки

З метою необхідності наповнення виробничих фондів підприємства, підтримання рівня рентабельності обґрунтовано вартість та ціну. Визначено ПДВ, який перетворює вартість на ціну. Величина ПДВ становить 20% доданої вартості. Результати обґрунтування зазначено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Обґрунтування вартості та ціни

Статті витрат	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Значення показників
1. Собівартість одиниці товару (послуги)	табл. 17	грн.	300
2. Норма рентабельності	табл. 18	%	14
3. «Нормальний» питомий прибуток	п.1 * п.2 / 100%	грн.	552
4. Вартість виробництва одиниці продукції	п.1 + п.3	грн.	852
5. ПДВ	п.4*0,2	грн.	170,4
6. Відпускна ціна товару (послуги)	п.4+п.5	грн.	1022,4

Для аналізу границь змін відпускної ціни в умовах вільного ринку проведено маркетингове дослідження на продукти-аналоги. Результати досліджень записані в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 – Аналіз сформованої ціни з цінами конкурентних товарів

Види ціни	Джерело даних	Одиниці вимірювання	Показники
1. Розрахункова ціна виробництва одиниці продукції з ПДВ	Табл. 19	грн.	1022,4
2. Ринкові ціни товарів-аналогів на ринку	Маркетингове дослідження ринку	грн.	1000
мінімальна		грн.	870
максимальна		грн.	1000
середня		грн.	935
3. Скоригована ціна реалізації		грн.	980,7



#### 4.7 Цільові групи потенційних споживачів

Для обґрунтування потенційних споживачів визначено цільові групи, яким буде запропоновано реалізація технології. Також визначено відповідну стратегію охоплення ринку. Результати зведено до табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис цільової групи потенційних клієнтів	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Клієнтами можуть стати гірничопромислові комплекси, які виробляють блочний камінь. Клієнтом на технологію може стати Василівське родовище.	Величина викидів та вартість сировини змушує гірничопромислові комплекси шукати рішення задля забезпеченості сталого рівня рентабельності. Міжнародні зобов'язання вимагають зменшення викидів в атмосферу, що дозволяє реалізувати цю інновація.	На українському ринку конкуренція низька.	За рахунок низької інтенсивності конкуренції, простота входу у сегмент має високі показники.

Обраний сегмент ринку передбачає розроблення базової стратегії розвитку, деталі якої наведено у табл.4.9.

Таблиця 4.9 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентні позиції відповідно до обраної стратегії	Базова стратегія розвитку*
Співпраця із Василівським родовищем задля підкріплення авторитетності та збільшення ймовірності залучення інвесторів до проекту.	Планується реалізація ідеї для одного заводу та її поширення на основі результатів як серед інвесторів так і для фахівців інших підприємств.	Зниження екологічного навантаження, вартості сировини, якісне обладнання, низька ймовірність утворення небезпечних викидів.	Поширення принципів дотримання ієрархічного підходу.

## 4.8 Канали збуту

Канали збуту — це сукупність осіб або фірм, які виконують посередницькі функції і переймають на себе або сприяють переданню права власності на товари на шляху їх просування від виробника до споживача. Їх наявність є скорі перевагою, зокрема тому, що це дозволяє зменшити навантаження на реалізатора проекту. Канали збуту сформовані та зведені в табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Формування системи збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Оптимальна система збуту
Дотримання екологічних вимог та лояльного контакту з громадськістю на територіях присутності.	Визначення необхідних показників у відповідній документації, проведення інструктажів з персоналом і пояснювальних робіт з громадськістю.	Проведення аналізу та видача відповідних документів на підприємстві. Комунікація при реалізації проекту на громадських слуханнях.

## 4.9 Бізнес-модель проекту

Для вирішення поставлених задач необхідна побудова конкурентної бізнес-моделі. Вона представляє структуру найважливіших елементів та є джерелом інноваційних ідей, які можуть бути застосовані в унікальному поєднанні компонентів. У таблиці 4.11 представлено структуру моделі.

Таблиця 4.11 – Структура бізнес-моделі

<i>Ключові партнери</i>	<i>Ключові види діяльності</i>	<i>Цінність пропозиції</i>	<i>Взаємовідносини з клієнтами</i>	<i>Споживчі сегменти</i>
1. Василівське родовище 2. Інші гірничопромислові комплекси (для поширення після реалізації)	1. Проектування та розробка проекту 2. Просвітницька робота з громадськістю 3. Використання алмазно-канатного різання 4. Апробація, оцінка результатів 5. Аналіз висновків та впровадження	Зниження екологічного навантаження, вартості сировини, якісне обладнання, низька ймовірність утворення небезпечних викидів.	За рахунок низької інтенсивності конкуренції, простота входу у сегмент має високі показники. Взаємовідносини підтримуються завдяки співпраці із Василівським родовищем.	Гірничопромислові комплекси.
	Ключові ресурси Вихід товарних блоків для підтримки технологічного процесу. Дотримання норм та виготовлення блочного каменю.			
Структура собівартості 1. Витрати разові (капітальні): 2 602 430 000 2. Витрати постійні: 61 864 000 3. Витрати змінні: 20 000 000		Потоки надходження доходу Різниця між собівартістю та збитковою ціною.		

Реалізація проекту є потенційною як для реалізації міжнародних вимоги дотримання екологічних показників, так і для отримання прибутку. Низькі ризики обумовлюють привабливість бізнес моделі для потенційної реалізації інвесторами на українському та міжнародному ринках.

#### 4.10 Оцінка ефективності впровадження стартап-проекту та пропозиції інвестору

Визначено головні показники оцінювання проекту для інвесторів. Результати розрахунків наведено в табл. 4.12. При цьому, були визначено деякі значення: ставка дисконтування 18 %; щорічний прибуток – 545755 грн; щорічні втрати – 536858. Частка фінансування інвесторів склала 20 %. Додаткові івестиції на автоматизацію склали 250 000 грн.

Таблиця 4.12 – Критерії оцінки для інвесторів

Показник	Од.виміру	Значення
Чиста приведена вартість проекту, NPV	грн	36717
Співвідношення кредиту до вартості проекту, LTC		4
Співвідношення кредиту до цінності проекту/об'єкту, LTV		828
Простий термін окупності проекту, $T_{ок}$	роки	6
Коефіцієнт ефективності E		0,17
Чиста дисконтова вартість (ЧДВ)	грн	1658834
Період окупності інвестицій	міс	6

У табл. 4.13 підводяться підсумки підготовки інноваційного стартапу та узагальнюються основні техніко-економічні показники.

Таблиця 4.13 – Узагальнюючі техніко-економічні показники

Показники	Значення
Річний випуск продукції, од.	30 609
Капіталовкладення, тис. грн.	2 684 294
Собівартість продукції, грн.	300
Ціна продукту, грн	980
Прибуток, тис. грн.	680
Рентабельність, %	14
Коефіцієнт економічної ефективності	0,17
Період повернення капіталовкладень, років	6

## Висновки до розділу 4

Розраховані показники свідчать про можливість реалізації та комерціалізації проекту. Показники терміну окупності є прийнятними для інвестування. Передбачено часткову оплату гірничопромисловим комплексам реалізації ідеї та залучення інвестицій. Низький рівень конкуренції знижує ризики впровадження. Подальша імплементація є рекомендованою та потенційною для вкладення інвестицій.

## ВИСНОВКИ

1. Найбільш негативно впливають на геологічне середовище гірничовидобувна і будівельна промисловість. Тільки 10 % мінеральної сировини, що людина добуває з надр планети, перетворюється на готову продукцію, решта 90 % забруднює біосферу.

2. Найбільш небезпечним процесом в життєвому циклі видобутку сировини є буро-вибухові роботи (БВР). Буріння свердловин нерозривно пов'язане з виробництвом вибухових робіт для розпушення скельних порід, які підлягають розробці відкритим способом.

3. Управління складом атмосфери кар'єру при руйнуванні гірських порід необхідно виконувати шляхом застосування способів і засобів боротьби зі шкідливими викидами, які повинні здійснюватися на етапах підготовки до вибуху, під час його проведення і після його виконання.

4. Раціональне використання багатств земних надр, і в першу чергу енергетичної сировини, повинно базуватися на комплексній геологічній оцінці всіх компонентів продукції, що видобувається.

5. Вдосконалення процесів життєвого циклу гірничо-видобувного комплексу дозволяє вийти на нові європейські ринки завдяки якості виходу товарних блоків.

6. Для видобування блоків на родовищах високоміцних порід запропоновано використання способу канатного випилювання та розколювання породи за допомогою НРЗ.

7. На основі проведеного еколого-економічного обґрунтування можна зробити висновок, що застосування суцільного оббурювання має найбільшу вартість, найменшу – використання алмазно-канатного випилювання та відокремлення монолітів за допомогою ручних клинів. Алмазно-канатне випилювання також має високу продуктивність, тому серед всіх способів є найбільш вдалим рішенням для його застосування.

8. Найоптимальніший результат буде досягнуто при меншій кількості

заходок, але при цьому потрібно приймати до уваги оптимальні об'єми товарних блоків . Тому розраховано оптимальними кути заведення канату: при однаковій початковій ширині 9 м та глибині 6 м, видно, що найбільший вихід товарних блоків буде при куті заведення канату  $\alpha=60^\circ$ ; при змінній початковій ширині для досягнення проектної 6,6 м та глибині 6 м, видно, що найбільший вихід товарних блоків буде при куті заведення канату  $\alpha=50^\circ$ .

9. Термін окупності складе близько 6 місяців.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бакка М.Т., Гуменюк І.Л., Редчиць В.С. Екологія гірничого виробництва: навч. посіб. Житомир: ЖДТУ 2004, 307 с.
2. Бакка М.Т., Пирський О.А., Рижов Г.М. Дослідження впливу кар'єрів з видобутку будівельних матеріалів на атмосферне повітря та земну поверхню: навч. посіб. Житомир: ЖДТУ, 2003, 111 с.
3. Сластунов С.В., Королева В.Н. Горное дело и окружающая среда: учебник. М.: Логос, 2001, 272 с.
4. Бакка М. Т. Проблеми техногенної безпеки і ресурсозбереження України та шляхи їх вирішення : вісник ЖІТІ, 2000, 243–247 с.
5. Калюжна В. В., Романчук О. В. Обґрунтування вибору варіантів розкриття родовищ природного облицювального каменю в умовах ринкової економіки: вісник ЖДТУ, 2003, 184–186 с.
6. Карасев Ю. Г., Бакка Н. Т. Природный камень. Добыча блочного и стенового камня: С-Пб.: Изд-во Санкт-Петерб. горного ун-та, 1997.
7. Кісель О. О., Соболевський Р. В. Вивчення закономірностей утворення і формування втрат при видобуванні декоративного облицювального каменю методом суцільного буріння: вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – № 38 (III). – Житомир. – 2006. – С. 183–188.
8. Коробійчук В.В. Обґрунтування способу проведення капітальних траншей алмазно-канатною установкою: вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – № 4 (59). – Житомир. – 2011. – С. 141–146
9. Коробійчук В.В., Шамрай В.І. Аналіз технологічних робіт з видобування природного каменю, для оптимізації геометричних розмірів монолітів природного каменю: збірка тез та доповідей V Всеукраїнської науково-краснознавчої конференції «Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання». – смт. Володарськ-Волинський. – 2012.



– С. 94 – 98.

10. Коробійчук В.В., Шамрай В.І. Вплив технологій видобування на втрати природного облицювального каменю: вісник ЖДТУ. Технічні науки. – Житомир. – 2013.

11. Першин Г.Д. Влияние режимов работы канатных пил на себестоимость отделения монолитов камня от массива породы: международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №11. С. 350-354

12. Синельников О. Б. Добыча облицовочного камня: М.: Издательство РАСХН, 2005. – 245 с.

13. Синельников О. Б. Природный облицовочный камень. Часть I. Облицовочные камни: учебное пособие. М.: МГГУ, 2000. – 362 с.

14. Томаков П. И., Наумов И. К. Технология, механизация и организация открытых горных работ: учебник для вузов. – 3-е изд. Перераб. – М.: Изд-во Моск. Горного ин-та, 1992. – 464 с.

15. Шлапак В. О. Габрові породи і перспективи їх використання як декоративно-облицювального каменю: вісник ЖДТУ. – 2003 . – № 1. – С. 283–287.

16. Світ у долонях. Щоквартальний громадський ілюстрований екологічний журнал, 1 ( 3 ) / 1997

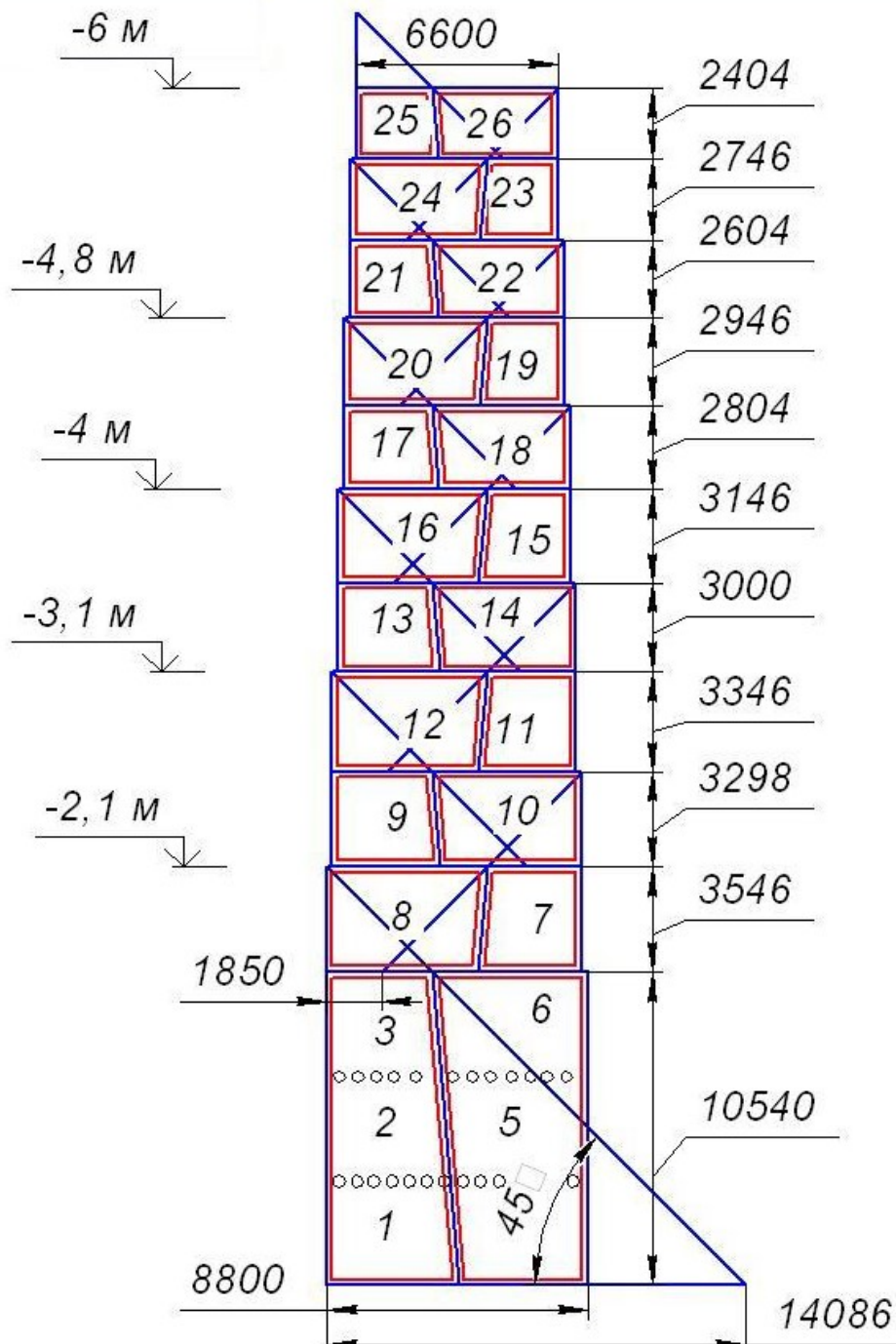
17. Клименко Л.П. Техноэкология: Посібник. – Одеса, Сімферополь, 2000. – 543 с.

18. Круш П., Шевчук Н., Андрусь О.. Стартап-проект: Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту». Київ, 2019. С. 50.

19. Тарифи на електроенергію в 2019 році. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/>.

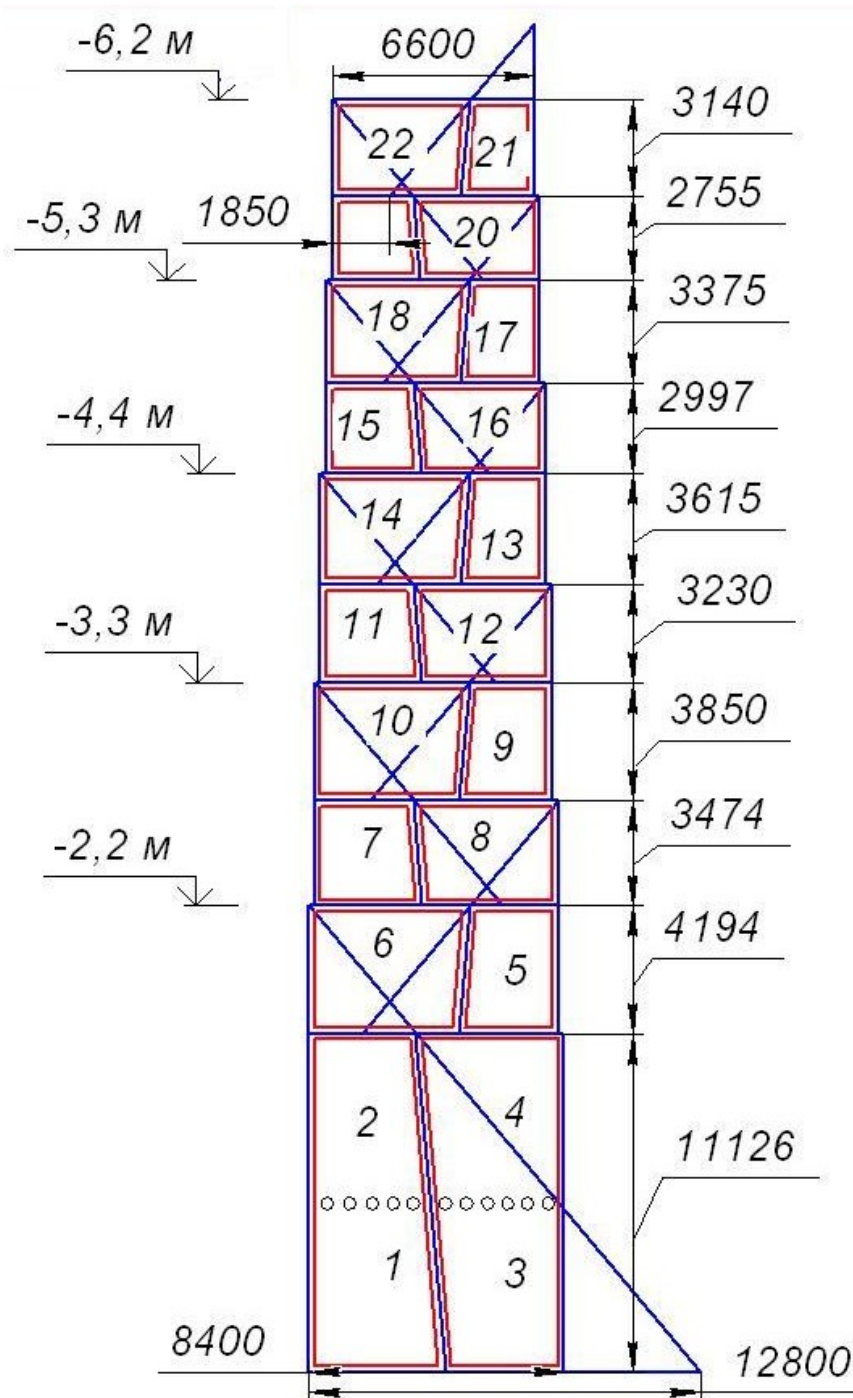
20. Екологічний податок. URL: [https://services.dtkk.ua/catalogues/tax\\_rates/31](https://services.dtkk.ua/catalogues/tax_rates/31)

**План розробки капітальної траншеї при куті заведення канату  $45^\circ$ ,  
початкова ширина 8,8 м**



- Горизонтальне буріння шпурів
- Канатне пиляння
- ○ ○ Вертикальне буріння шпурів

**План розробки капітальної траншеї при куті заведення канату  $50^\circ$ ,  
початкова ширина 8,4 м**

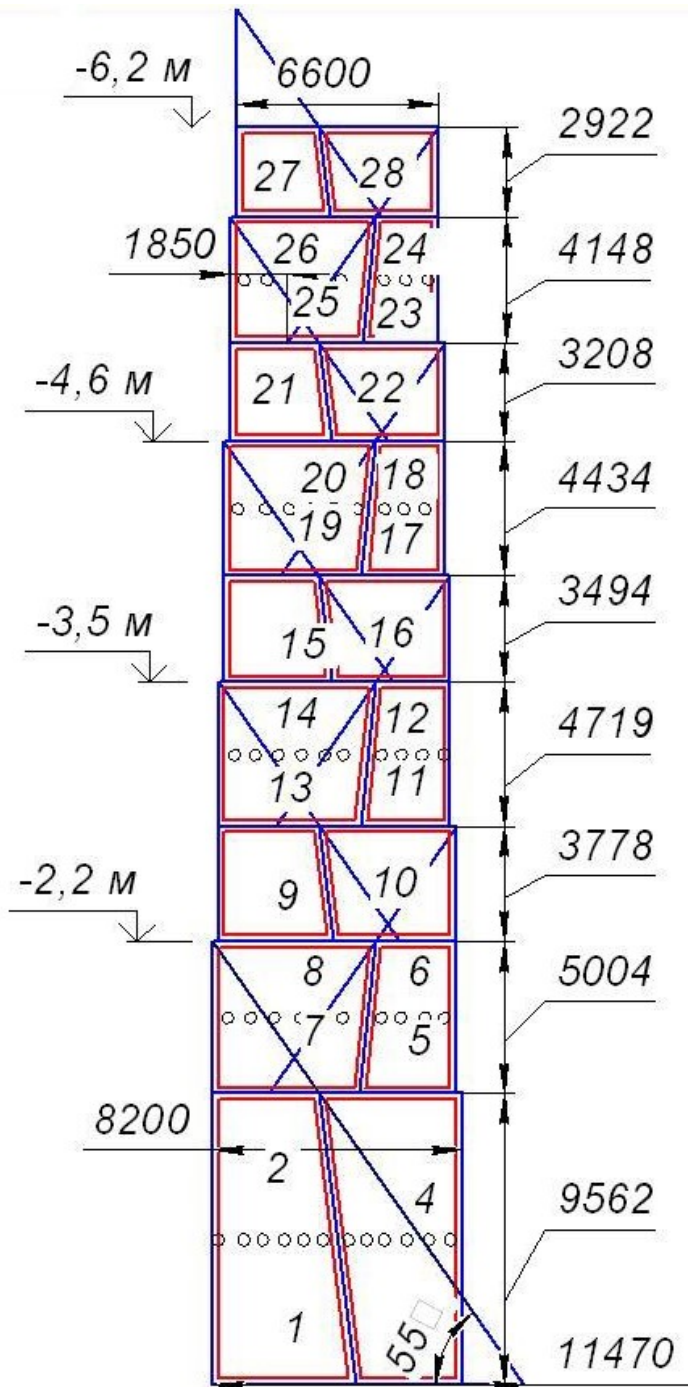


— Горизонтальне буріння шпурів

— Канатне пиляння

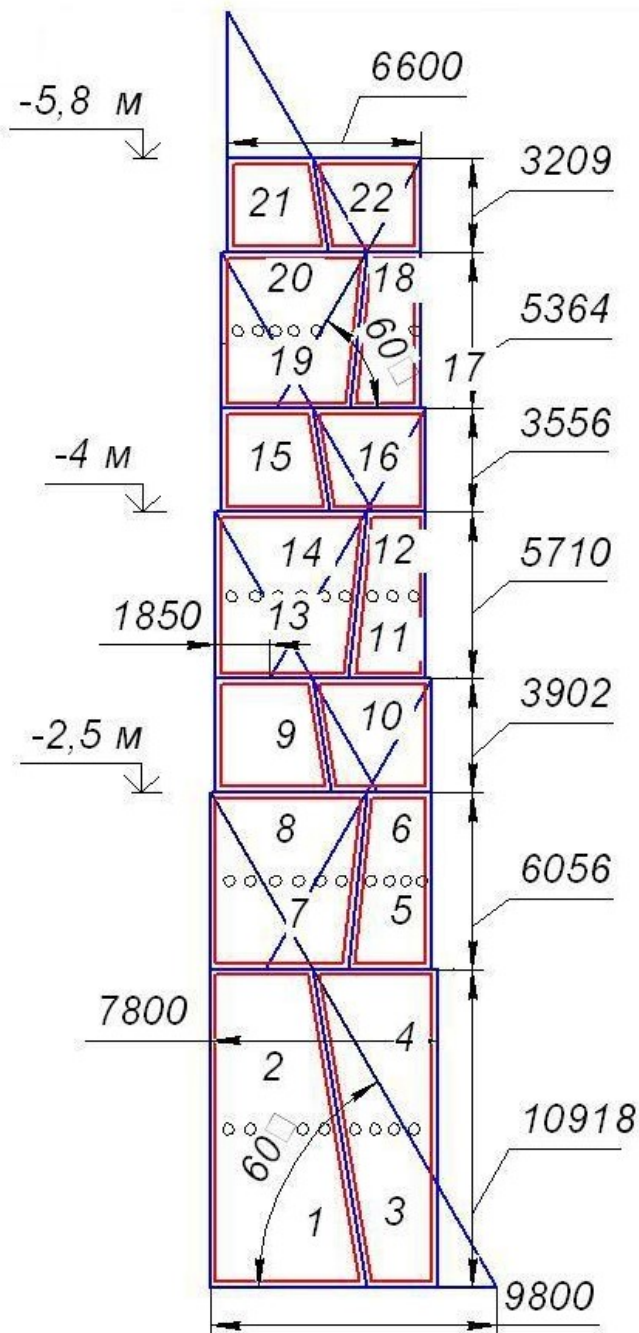
○ ○ ○ Вертикальне буріння шпурів

**План розробки капітальної траншеї при куті заведення канату  $55^\circ$ ,  
початкова ширина 8,2 м**



- Горизонтальне буріння шпурів
- Канатне пиляння
- ○ ○ Вертикальне буріння шпурів

**План розробки капітальної траншеї при куті заведення канату  $60^\circ$ ,  
початкова ширина 7,8 м**

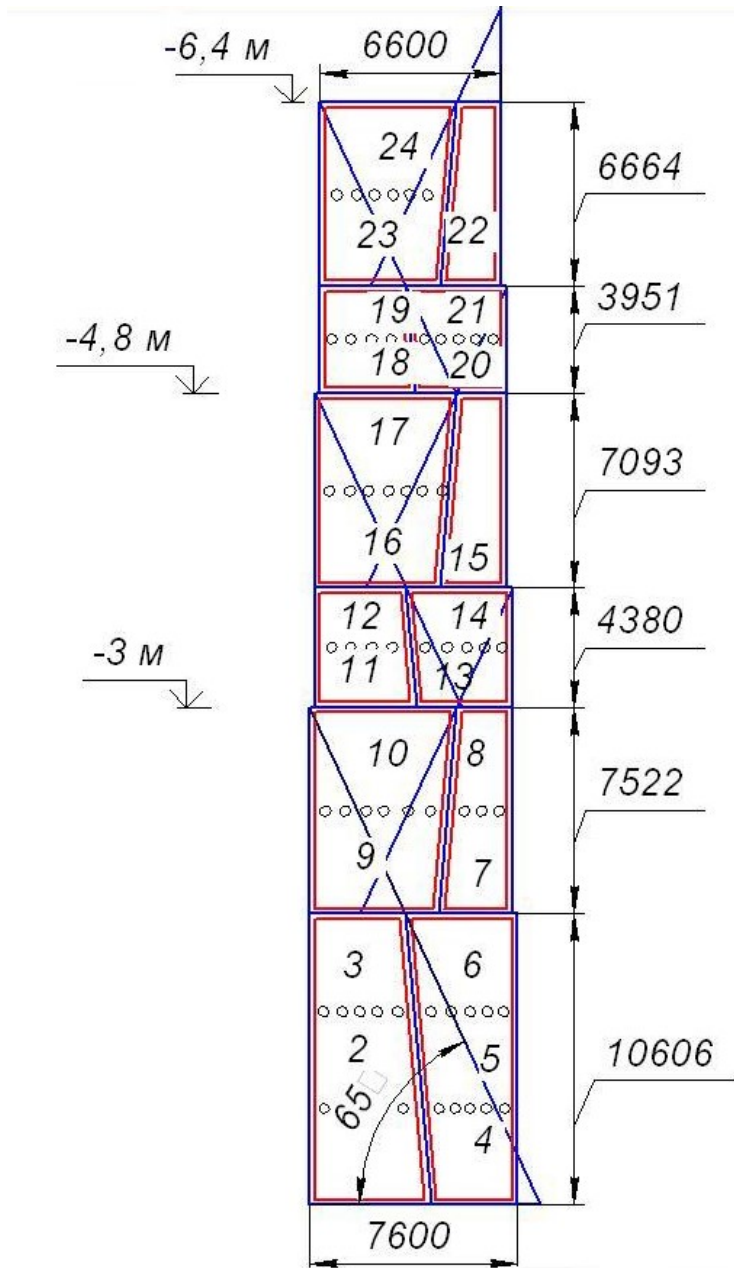


— Горизонтальне буріння шпурів

— Канатне пиляння

○ ○ ○ Вертикальне буріння шпурів

**План розробки капітальної траншеї при куті заведення канату  $65^\circ$ ,  
початкова ширина 7,6 м**



— Горизонтальне буріння шпурів

— Канатне пиляння

○ ○ ○ Вертикальне буріння шпурів

## Розмір товарних блоків

Кут $\alpha=45^\circ$	Початкова ширина 8,8 м			V, м <sup>3</sup>
	В,м	Н,м	L, м	
1	4,2	3,5	0,8	11,76
2	3,5	3,5	0,8	9,8
3	4	3,5	0,8	11,2
4	4,6	3,5	0,8	12,88
5	3,2	3,5	1	11,2
6	4,7	3,5	1	16,45
7	3,3	3,5	1,5	17,325
8	4,5	3,5	1,5	23,625
9	3	3,3	2,1	20,79
10	4,6	3,3	2,1	31,878
11	3,1	3,3	2,5	25,575
12	4,4	3,3	2,5	36,3
13	2,8	3	3,1	26,04
14	4,4	3	3,1	40,92
15	2,8	3,1	3,5	30,38
16	4,2	3,1	3,5	45,57
17	2,6	2,8	4	29,12
18	4,2	2,8	4	47,04
19	2,6	2,9	4,4	33,176
20	4	2,9	4,4	51,04
21	4,4	2,6	4,8	54,912
22	4,1	2,6	4,8	51,168
23	2,4	2,7	5,2	33,696
24	3,9	2,7	5,2	54,756
25	2,2	2,4	5,7	30,096
26	4	2,4	5,7	54,72
$\Sigma$				<b>811,417</b>

## Продовження додатку Е

Кут $\alpha=50^\circ$	Початкова ширина 8,4 м			
№	В,м	Н,м	L, м	V, м3
1	4,2	3,8	0,6	9,576
2	3,5	3,8	1	13,3
3	3,5	3,8	0,6	7,98
4	4,2	3,8	1	15,96
5	2,8	3,8	1,2	12,768
6	4,9	3,8	1,2	22,344
7	3,2	4	1,8	23,04
8	4,1	4	1,8	29,52
9	2,6	4,2	2,4	26,208
10	4,7	4,2	2,4	47,376
11	3	3,6	2,9	31,32
12	3,9	3,6	2,9	40,716
13	2,5	4,1	3,4	34,85
14	4,5	4,1	3,4	62,73
15	2,8	3,4	4,1	39,032
16	3,8	3,4	4,1	52,972
17	2,2	3,8	4,6	38,456
18	4,4	3,8	4,6	76,912
19	2,6	3,2	5,2	43,264
20	3,6	2,2	5,2	41,184
$\Sigma$				<b>669,508</b>



## Продовження додатку Е

№	Початкова ширина 8,2 м			V, м3
	В,м	Н,м	L, м	
1	4,1	4,7	0,7	13,489
2	3,5	4,7	0,7	11,515
3	3,5	4,7	0,7	11,515
4	4	4,7	0,7	13,16
5	3	2,5	1,4	10,5
6	2,6	2,5	1,8	11,7
7	4,8	2,5	1,4	16,8
8	5	2,5	1,8	22,5
9	3,3	3,7	2,2	26,862
10	4	3,7	2,2	32,56
11	2,6	2,3	2,7	16,146
12	2,4	2,3	3	16,56
13	4,6	2,3	2,7	28,566
14	5	2,3	3	34,5
15	3,1	3,4	3,5	36,89
16	3,8	3,4	3,5	45,22
17	2,4	2,2	3,9	20,592
18	2,2	2,2	4,2	20,328
19	4,4	2,2	3,9	37,752
20	4,7	2,2	4,2	43,428
21	2,9	3,2	4,6	42,688
22	3,6	3,2	4,6	52,992
23	3,2	2	5	32
24	2	2	5,3	21,2
25	4,3	2	5	43
26	4,5	2	5,3	47,7
27	2,7	2,9	5,6	43,848
28	3,5	2,9	5,6	56,84
$\Sigma$				<b>810,851</b>

## Продовження додатку Е

№	Початкова ширина 8 м			V, м3
	В,м	Н,м	L, м	
1	4,4	5,4	0,8	19,008
2	3,5	5,4	0,8	15,12
3	2,4	5,4	0,8	10,368
4	3,3	5,4	0,8	14,256
5	2,6	3	1,6	12,48
6	2,2	3	2	13,2
7	4,7	3	1,6	22,56
8	5	3	2	30
9	3,2	3,9	2,5	31,2
10	3,4	3,9	2,5	33,15
11	2,3	2,8	3	19,32
12	2	2,8	3,4	19,04
13	4,5	2,8	3	37,8
14	4,8	2,8	3,4	45,696
15	3	3,5	3,8	39,9
16	3,2	3,5	3,8	42,56
17	2,1	2,6	4,3	23,478
18	1,8	2,6	4,7	21,996
19	4,3	2,6	4,3	48,074
20	4,6	2,6	4,7	56,212
21	2,8	3,2	5,1	45,696
22	3,1	3,2	5,1	50,592
$\Sigma$				<b>651,706</b>

## Продовження додатку Е

кут 65°	Початкова ширина 7,6 м			V, м3
	№	В,м	Н,м	
1	2,8	3,5	0,6	5,88
2	3,2	3,5	0,6	6,72
3	3,6	3,5	1,2	15,12
4	4,3	3,5	0,6	9,03
5	3,9	3,5	0,6	8,19
6	3,5	3,5	1,2	14,7
7	2,4	3,7	1,8	15,984
8	2	3,7	2,5	18,5
9	4,8	3,7	1,8	31,968
10	4,9	3,7	2,5	45,325
11	3,5	2,1	3	22,05
12	3,3	2,1	3,3	22,869
13	3,4	2,1	3	21,42
14	3,8	2,1	3,3	26,334
15	1,8	7	4,2	52,92
16	4,4	3,5	3,6	55,44
17	4,7	3,5	4,2	69,09
18	3,3	1,9	4,8	30,096
19	3,1	1,9	5,1	30,039
20	3,3	1,9	4,8	30,096
21	3,4	1,9	5,1	32,946
22	1,6	6,6	5,9	62,304
23	4,2	3,3	5,4	74,844
24	4,6	3,3	5,9	89,562
$\Sigma$				<b>791,427</b>