МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# ШМАРОВ БОГДАН СЕРГІЙОВИЧ

УДК 622.235

# 

ОБГРУНТУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО СПОСОБУ ПІДГОТОВКИ ДО ВИЇМКИ БЛОЧНОГО ВИСОКОМІЦНОГО КАМЕНЮ

Спеціальність 8.05030101– «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»

магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра

Науковий керівник

доктор технічних наук, професор

Зуєвська Наталя Валеріївна

Київ – 2017

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

### ВВЕДЕНИЕ 4

# 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ 7

## 1.1. Анализ современного состояния добычи гранитов в России 7

1.2. Анализ существующих способов подготовки к выемке гранитных блоков   
 и опыт разработки месторождений за рубежом 12

1.3. Цели и идеи работы, решаемые задачи 28

**2. МЕТОДИКА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА   
ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОПРОЧНОГО КАМНЯ К ВЫЕМКЕ 30**

2.1. Обоснование критериев выбора способа подготовки блоков камня

к выемке 30

2.2. Исследование вариантов применения способов

подготовки камня к выемке 32

2.3. Классификация месторождений высокопрочного камня

как основа методики выбора способа подготовки блоков к выемке 39

2.4. Алгоритм выбора технологических схем при разработке

месторождений высокопрочного камня 51

2.5. Методика определения рациональных параметров

отделяемого монолита 56

2.6. Выводы 60

**3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ АКМ**

**НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И СЕБЕСТОИМОСТЬ ПИЛЕНИЯ 61**

3.1. Исследование влияния различных режимов работы АКМ

на производительность резания камня 61

3.2. Оценка влияния режима работы АКМ на себестоимость пиления 72

3.2.1. Исследование показателя удельной работы резания камня 72

3.2.2. Исследование показателя удельного расхода алмазного инструмента 74

3.2.3. Расчет себестоимости резания камня АКМ 76

3.3. Выводы 84

**4. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО**

**СПОСОБА ПОДГОТОВКИ К ВЫЕМКЕ НА ПРИМЕРЕ   
 ЮГО-ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА НИЖНЕ-САНАРСКОГО**

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГРАНОДИОРИТА 86**

4.1. Горно-геологические условия разработки Юго-Восточного участка

Нижне-Санарского месторождения 86

4.2. Обоснование параметров оборудования 89

4.3. Оценка экономической эффективности внедряемых мероприятий 107

4.4. Выводы 111

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 113

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 115

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Физико-механические свойства природного камня

высокой прочности (ПКВП) 127

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Технические характеристики добычного оборудования 141

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Внедрение результатов диссертационной работы

в учебный и производственный процессы 148

### ВСТУП

Аналіз світового та вітчизняного ринків природного каменю високої міцності (ПКВМ) свідчить про зростання споживання виготовлених з нього облицювальних виробів, будівельних і дорожніх конструкцій [1, 82, 88, 94]. В умовах ринкової економіки для виробленої з каменю продукції важливими є якість і вартість, що визначаються технологією видобутку, в тому числі процесом підготовки блоків до виймання, на який припадає до 80% витрат [37]. Недовикористання потенціалу родовищ каменю в Україні обумовлено невідповідністю застосовуваного способу відділення блоків структурними особливостями розроблюваного гірського масиву. В даний час для підготовки до виїмки блоків з міцних порід існує досить багато способів, заснованих на застосуванні різних видів обладнання [6 - 8, 16 - 33, 36 - 62, 65 - 70, 73, 74, 81 - 84, 86 - 89 , 92, 96 - 98, 100 - 112]. Шпуровий спосіб відділення каменю від масиву з використанням різних розпірних засобів (механічні і гідроклини, шлангові ВР, невибухові руйнуючі суміші НРС, газогенератори тиску шпурові ГТШ) повсюдно застосовується на «пластових» родовищах. Для родовищ зі складними гірничо-геологічними умовами залягання (з системами круто- (δ≥45°) і пологопадаючих (δ <45°) тріщин) такий спосіб підготовки блоків до виймання неефективний через дорогих і тривалих за часом гірничо-підготовчих робіт при промислово нерентабельним виході блочної продукції.

Світовий досвід провідних в галузі видобутку високоміцного каменю підприємств свідчить про все більш широке застосування алмазно-канатних машин (АКМ) в процесі підготовки блоків каменю до виймання. Гнучкий алмазний інструмент дозволяє відпрацьовувати гірський масив високими уступами, що істотно підвищує вихід блочної продукції [29]. Високоуступна технологія на практиці реалізується тільки по двухстадійною схемою, коли після відділення моноліту за допомогою АКМ і його перекидання на робочу площадку здійснюється друга стадія - обробка на товарні блоки. Поєднання (комбінація) каменерізного і шпурового способів відділення і поділу обсягів каменю відповідно на першій і другій стадіях дозволяє істотно підвищити ефективність видобутку блочного високоміцного каменю. Тому обґрунтування раціональних технологічних параметрів і режимів різання при відділенні монолітів від гірського масиву для комбінованого способу підготовки до виїмки блочного високоміцного каменю є актуальною науково-практичною задачею.

У світлі поставленого завдання була сформульована мета роботи, яка полягає в підвищенні ефективності процесу підготовки до виїмки блочного високоміцного каменю комбінованим способом.

**Основна ідея** роботи полягає в обґрунтуванні комбінованого способу підготовки до виїмки блочного високоміцного каменю, що дозволяє забезпечити високий вихід блокової продукції, підвищення продуктивності та зниження собівартості відділення монолітів від масиву за рахунок вибору раціонального режиму роботи АКМ в залежності від висоти уступу.

**Наукові положення**, представлені до захисту:

1.Підвищення ефективності процесу підготовки блоків до виймання на родовищах з системами круто- і пологопадаючих тріщин досягається при використанні комбінованого способу за двухстадійною високоуступною схемою, коли на першій стадії від гірського масиву відокремлюється моноліт за допомогою АКМ, а на другій стадії, після завалювання моноліту на робочу площадку, здійснюється його обробка на товарні блоки з використанням верстатів строчечного буріння.

2.Висота уступу, як оптимальна величина, що забезпечує підвищення виходу блочної продукції, встановлюється на основі мінімізації технологічних втрат блочної продукції, обумовлених геометричними характеристиками природних тріщин і лінійними розмірами площин відділення моноліту від масиву породи.

3.Підвищення продуктивності відділення моноліту каменю від масиву і зниження експлуатаційних витрат досягаються шляхом обґрунтування режиму роботи АКМ в залежності від висоти уступу, при цьому за критерій оцінки приймається комплексний техніко-економічний показник (*сw*), що характеризується витратами, віднесеними до продуктивності відділення обсягів каменю від масиву. Вибір раціонального режиму роботи АКМ в залежності від висоти уступу досягається за мінімальною величиною цього комплексного показника.

4.Мінімальне значення запропонованого комплексного показника забезпечується при висоті видобувної уступу менше 4,5 м, коли в процесі відділення моноліту перевага віддається режиму роботи АКМ з постійною швидкістю подачі на забій. При висоті уступу понад 4,5 м, коли показник *сw* змінюється незначно в залежності від режимів роботи АКМ, доцільний режим роботи з постійною потужністю різання, що забезпечує більш високу продуктивність відділення моноліту.

**Наукову новизну** роботи складають:

1.Методика і алгоритми вибору раціонального способу підготовки високоміцного каменю до виймання, що враховують гірничо-геологічні умови залягання (форма тіла породи, просторові характеристики системи тріщин і відстань між ними), температурну зону району місце-народження, фізико-механічні властивості і мінералогічний склад породи.

2.Тригонометрична залежність величини технологічних втрат блочної продукції від висоти уступу і геометричних характеристик при-рідних тріщин, на підставі якої знаходиться значення оптимальної висоти уступу.

3.Степеневі залежності основних показників процесу різання (продуктивність, витрата енергії і алмазного інструменту) від режиму роботи АКМ при різній висоті видобувної уступу.

4. Комплексний техніко-економічний показник (*сw*), який визначається відношенням експлуатаційних витрат на різання площин до продуктивності відділення моноліту від масиву, дозволяє вибрати за його мінімальною величиною раціональний режим роботи АКМ в залежності від висоти уступу: при висоті видобувної уступу менше 4,5 м слід вибирати режим різання з постійною швидкістю подачі АКМ на забій; при висоті уступу понад 4,5 м, доцільний режим роботи з постійною потужністю різання.

5. Методика вибору раціонального режиму управління АКМ, враховує встановлені залежності продуктивності відділення моноліту від масиву і експлуатаційні витрати на його відділення в залежності від висоти уступу. Результати роботи можуть бути використані при складанні рекомендацій і технічних рішень при проектуванні підприємств по видобутку гранітних блоків.