

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ИНСТИТУТ ГЕОМЕХАНИКИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Диссертационный совет Д. 25.12.039

На правах рукописи
УДК 622.272(257)(043)

МАМАТОВА ГУЛЬШАИР ТЫНЫБЕКОВНА

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ И
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ ЕЁ ЗАПАСОВ ПРИ
КОМБИНИРОВАННОЙ ОТРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Специальность: 25.00.20 –«Геомеханика, разрушение пород взрывом,
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»,
25.00.22 – «Геотехнология (подземная и открытая)»**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек - 2013

Работа выполнена в Жалал-Абадском государственном университете МОиН КР

Научные руководители: доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент НАН КР
Кожогулов Камчибек Чонмурунович,
доктор технических наук
Алибаев Атабек Пахырович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Баймахан Рысбек Баймаханович,
кандидат технических наук
Минаков Валерий Викторович

Ведущая организация: Кыргызско - Российский Славянский
университет им.Б.Н. Ельцина, г. Бишкек

Защита состоится «28» мая 2013г. в 14⁰⁰ часов на заседании
диссертационного Совета Д. 25.12.039 в Институте геомеханики и освоения
недр НАН Кыргызской Республики, по адресу: 720052, г. Бишкек,
ул. Медерова, 98

Факс +996(312) 54-11-17

E-mail: ifmgrp@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики, г.Бишкек, ул.
Медерова, 98

Автореферат разослан «___»_____2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. физ.-мат. наук



С.Б. Омуралиев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. При разработке месторождений открытым способом после завершения открытых работ в прибортовой зоне остается часть полезных ископаемых.

На месторождениях сложного строения рудоносные залежи, расположенные за проектным контуром карьера составляют в среднем 20% и более от общих балансовых запасов. При этом отработка этой части запасов с применением обычных способов разработки сопровождается повышенными потерями и разубоживанием руды.

Выемку прибортовых запасов в большинстве случаев осуществляют с применением подземных или открыто-подземных технологий. При выемке запасов прибортовой зоны системами с обрушением руды и вмещающих пород обеспечивается высокая интенсивность добычных работ и снижается себестоимость добычи руды. При этом создание внутрикарьерного отвала из забалансовой руды или из пустых пород является необходимым и важным элементом систем разработки с обрушением руды.

Несмотря на то, что оценке геомеханического состояния прибортовой зоны посвящено большое количество работ, до настоящего времени вопросы распределения напряжений в этой зоне в условиях комбинированной разработки являются не до конца изученными. А существующие технологии выемки прибортовых запасов не всегда учитывают специфические особенности разработки полезных ископаемых, расположенных в этой зоне.

В нашей республике комбинированный способ разработки применяется на месторождениях Макмал, Кумтор, Терексай и др. и предусматривается использование этого способа на многих проектируемых месторождениях, что требует решение актуальной научной задачи, заключающейся в создании безопасных технологий выемки запасов прибортовой зоны на основе установленных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния прибортового массива.

Связь темы диссертации с основными научно-исследовательскими работами. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Жалал-Абадского государственного университета МОиН КР по проектам «Энерго и ресурсосберегающие технологии», раздел «Создание новых технологий рационального освоения месторождений твердых полезных ископаемых в сложных горно-геологических условиях» (№гос.рег.0005783, 2012 г.) и «Разработка научно-технических основ и высокоэффективных технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых в сложных горно-геологических условиях» (2013 г).

Цель исследования - разработка безопасной технологии выемки запасов прибортовой зоны на основе установленных закономерностей изменения напря-

женно-деформированного состояния прибортового массива при комбинированной разработке рудных месторождений.

Задачи исследований:

1. Определить напряженное состояние массива пород прибортовой зоны для оценки устойчивости массива и разработки безопасных способов комбинированной разработки рудных тел.
2. Исследовать напряженное состояние прибортового массива пород при различных вариантах ведения горных работ в борту карьера.
3. Создать технологию комбинированной разработки рудных тел, расположенных в прибортовой зоне карьера.
4. Разработать технологию выемки прибортовых запасов руды комбинированной системой разработки (системой подэтажных штреков и системой с магазинированием руды).

Научная новизна работы заключается в следующем:

(по специальности 25.00.20 –«Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».)

1. Установлено, что до начала подземных горных работ в массиве пород прибортовой зоны:

- возникает зона горизонтальных растягивающих напряжений, нижняя граница которой находится на высоте от дна, равной 0,26 ее ширины, верхняя - на высоте, равной 0,73 ширины дна.

- наибольшие значения сжимающих горизонтальных напряжений находятся на высоте от дна карьера, равной 2,5 ширины дна.

2. Выявлено, что в зоне прибортового массива горизонтальные растягивающие напряжения возникают над кровлей одиночной выработки и со стороны борта карьера, при этом их максимальные значения находятся в верхнем углу выработки со стороны борта карьера.

(по специальности 25.00.22–«Геотехнология (подземная и открытая)»)

3. Разработан способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, заключающийся в том, что отработку полезного ископаемого, находящегося в прибортовой зоне карьера осуществляют системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, после обрушения и частичного выпуска руды в прибортовой зоне, производят принудительное обрушение пород кровли с помощью скважин, пробуренных с транспортной бермы, по мере отбойки и выпуска руды выработанное пространство заполняют породами внутреннего отвала.

4. Для отработки прибортовых запасов месторождения предложена технология выемки прибортовых запасов руды комбинированной системой разработки (системой подэтажных штреков и системой с магазинированием руды), при этом очистная выемка в зависимости от горно-геологических условий

может быть осуществлена от центра к флангам, или от одного фланга блока к другому флангу, что позволяет повысить интенсивность отработки запасов подэтажа, почти в 1,5-2 раза.

Практическая значимость полученных результатов. Установленные закономерности изменения напряженного состояния массива пород прибортовой зоны позволяют судить о геомеханическом состоянии массива пород. При применении разработанного способа комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне использование для принудительного обрушения пород кровли более разреженной сетки скважин позволяет получить крупнокусковой породной массы с высоким коэффициентом разрыхления, что снижает затраты на бурение и зарядание скважин и предотвращает фильтрацию породной массы при выпуске запасов руды. Складирование пустых пород во внутрикарьерный отвал снижает экологическую нагрузку на окружающую среду. Выполнена оценка напряженного состояния прибортового массива пород Терекканского месторождения до начала подземной отработки прибортовых запасов. Для эффективной отработки прибортовых запасов Терекканского месторождения предложена технология выемки прибортовых запасов руды комбинированной системой разработки (системой подэтажных штреков и системой с магазинированием руды), которая исключает недостатки систем подэтажных штреков и систем с магазинированием руды. При этом предлагаемый комбинированный вариант позволяет сохранить все основные преимущества этих систем.

Экономическая значимость полученных результатов. Разработанный способ при его применении позволяет снизить затрат времени и средств на выемку полезного ископаемого прибортовой зоны. Одновременное ведение горных работ в двух направлениях повышает интенсивности отработки запасов подэтажа, почти в 1,5-2 раза. Потери отбиваемой руды на очистных работах снижается до 5-6%. Качество добываемой руды улучшается путем снижения разубоживания до 3-4%. Заполнение выработанного пространства забалансовой рудой и пустыми породами позволяет сократить расходы на транспортирование породы на внешние отвалы. Основные положения диссертации внедрены на Терекканском месторождении филиала «Терексайский рудник» ОАО «Кыргызалтын» (акт о внедрении от 4.02.13.)

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

(по специальности 25.00.20 –«Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».)

1. Установленные закономерности изменения напряженного состояния массива пород прибортовой зоны и дна карьеров при комбинированной разработке рудных месторождений, заключающиеся в том, что при отработке мощных на-

лонных рудных тел:

- наибольшая концентрация горизонтальных напряжений наблюдается на уровне и ниже уровня дна на глубине, равной 0,5 ширины дна.

- после выемки запасов руды в местах пересечения подошвы выработанного пространства и границы рудной зоны возникает зона горизонтальных растягивающих напряжений шириной, равной 0,16 мощности рудного тела и глубиной, равной до 0,17 мощности рудного тела.

(по специальности 25.00.22–«Геотехнология (подземная и открытая)»)

2. Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, заключающийся в том, что отработку полезного ископаемого, находящегося в прибортовой зоне карьера осуществляют системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, принудительное обрушение пород кровли производят с транспортной бермы карьера, по мере отбойки и выпуска руды выработанное пространство заполняют породами внутреннего отвала.

3. Разработанная технология выемки прибортовых запасов руды, заключающаяся в комбинации системы подэтажных штреков и системы магазинированием руды.

Личный вклад соискателя состоит: в оценке геомеханического состояния массива пород и его изменений при комбинированной разработке прибортовых запасов, в расчете распределения напряжений в прибортовой зоне массива методом конечных элементов, в установлении закономерностей изменений напряженного состояния массива пород прибортовой зоны и дна карьеров при комбинированной разработке рудных месторождений; в создании способа комбинированной отработки прибортовых запасов системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды; в оценке напряженно-деформированного состояния прибортового массива карьера месторождения «Тереккан»; в разработке технологии для безопасной и эффективной отработки прибортовых запасов месторождения, заключающейся в использовании комбинированной системы разработки.

Апробация результатов исследований. Результаты исследований докладывались и обсуждались на Международной конференции «Проблемы геомеханики и освоения недр», посвященной 50-летию Института геомеханики и освоения недр и 80-летию академика НАН КР И.Т.Айтматова (г. Бишкек, 2011г.), на Международных научно-практических конференциях «Актуальные проблемы науки, техники и технологии» (г.Ош, ОшГУ, 2012г.) и «Проблемы геомеханики и преподавания естественных дисциплин», посвященной 60-летнему юбилею д.т.н., проф. Р.Б.Баймахана (Алматы, 2012г.). Результаты исследований докладывались на заседаниях кафедры «Информатика и информационные технологии обучения» (2009-2013г.), а работа в завершенном виде

докладывалась на расширенном заседании кафедр «Источники энергии, электроэнергетические системы и механика» и «Информатика и информационные технологии обучения» Жалал-Абадского государственного университета.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях Результаты диссертации опубликованы в 11 статьях.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, вывода. Полный объем диссертации изложен на 131 страницах, содержит 41 рисунок, 5 таблиц, 117 наименований списка использованной литературы.

Автор выражает глубокую благодарность научным руководителям д.т.н., профессору, члену-корреспонденту НАН КР К.Ч.Кожогулову, д.т.н. А.П.Алибаеву за постановку задач и постоянное внимание к работе, д.т.н., профессору К.Ж.Усенову, д.т.н. О.В.Никольской и д.т.н. С.Ф.Усманову за ценные советы и замечания при выполнении работы, а также признателен сотрудникам лаборатории «Прогнозирование природно-техногенных катастроф» ИГиОН НАН КР и кафедры «Информатика и информационные технологии обучения» ЖАГУ за оказанное содействие и помощь.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность задачи, определены цель и задачи исследования, а также изложены научная новизна полученных результатов, практическая и экономическая значимость работы, основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту и личный вклад автора.

В первой главе представлен проведенный обзор и анализ особенностей напряженно-деформированного состояния породного массива при комбинированной разработке и практики применения систем разработки при выемке запасов прибортовой зоны.

Напряженно-деформированное состояние горных массивов, особенности деформации и перераспределения напряжений в горном массиве при ведении горных работ являются очень важными для горной науки и практики вопросами. Развитие теории и практики по данному направлению нашли отражение в работах С.Г.Авершина, И.Т.Айтматова, Э.К.Абдылдаева, В.И.Борш-Компаниеца, Н.П.Влоха, М.В.Курлени, Д.М.Казикаева, К.Ч.Кожогулова, И.А.Турчанинова, Г.А.Маркова, А.Н.Динника, А.Б.Моргаевского, Г.Н.Савина, Ш.А.Мамбетова, Тажибаева К.Ж, О.В.Никольской, Ж.Т.Ержанова, С.Ф.Усманова, И.Н.Петухова, А.Н.Линькова, С.Г.Михлина, Д.И.Шермана, Е.И.Шемякина, А.Ф.Ревуженко, Б.Ж.Жумабаева, Н.Г.Ялымова и др.

При этом меньше внимания уделялось исследованию распределения напряжений в массиве прибортовой зоны при комбинированной разработке месторождений.

Вопросам комбинированной разработки посвящены труды многих отечественных и зарубежных исследователей. Большой вклад в теории и практики применения комбинированных способов разработки внесли М.И.Агошков, М.Ф.Шнайдер, К.Вороненко, В.А.Щелканов, Д.Р.Каплунов, Г.М.Малахов, Б.П.Боголюбов, Б.П.Юматов, П.Э.Зурков, М.Г.Новожилов, А.А.Вовк, Г.И.Чёрный, Д.М.Казикаев, Ю.В.Волков, Т.М.Мухтаров, В.Н.Калмыков, М.В.Рыльникова, Ю.В.Демидов, В.В.Куликов, К.Н.Трубецкой и т.д.

Анализ существующих способов комбинированной разработки прибортовых запасов рудных месторождений показывает, что в настоящее время при выемке прибортовых запасов часто применяются системы подэтажного обрушения. При применении данной системы извлекается почти все запасы рудного тела, потери руды уменьшаются, и самое главное, исключаются вопросы выемки запасов в целиках. Однако в настоящее время технологии выемки прибортовых запасов не всегда учитывают специфические вопросы разработки полезных ископаемых, расположенных в этой зоне.

Таким образом, можно отметить, что вопросы создания безопасных технологий выемки запасов прибортовой зоны на основе установленных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния прибортового массива при комбинированной разработке рудных месторождений в настоящее время является актуальными.

Во второй главе приведены результаты моделирования напряженного состояния породного массива прибортовой зоны неоднородного сложения, полученные методом конечных элементов.

В методе конечных элементов исследуемая область, объем которой равен V , разбивается на элементы. На границе задаются поверхностные силы P и рассматриваемую область действуют объемные силы Q .

На основе принципа минимума потенциальной энергии поле перемещений узлов конечно-элементной сетки, удовлетворяющее уравнениям равновесия и совместности для двумерной задачи упругости, минимизируется функционал заданный уравнением:

$$\chi = \int_V \frac{1}{2} \{\varepsilon\}^T \{Q\} dV - \int_V \{\delta\}^T \{Q\} dV - \int_S \{\delta\}^T \{P\} dS \quad (1)$$

векторы деформаций и напряжений вычисляются матрицами

$$\{\varepsilon\} = \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{bmatrix}, \{\sigma\} = \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix}, \{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\} \quad (2)$$

Силы $\{Q\} = \begin{bmatrix} q_x \\ q_y \end{bmatrix}$, $\{P\} = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \end{bmatrix}$ оказывают действие на объем V и внешнюю поверхность S , $\{\delta\} = \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$ -вектор узловых перемещений, D – матрица упругости.

Потенциальная энергия деформации тела также вычисляется перемещениями или

$$\int_V \frac{1}{2} \{\varepsilon\}^T \{\sigma\} dV = \int_V \frac{1}{2} \{\delta\}^T [K_e] \{\delta\} dV$$

где $[K_e]$ - матрица жесткости системы размерности $f \cdot n$ (показатель степени свободы для узлов элементов, для двумерной задачи равняется $f=2$, для трехмерной задачи $f=3$, n -количество элементов)

Из (1) и (2) можно получить $[K_e] \{\delta\} = \{F\}$ (3)

где $\{F\}$ - вектор узловых сил.

Это является одним из главных матричных уравнений МКЭ. Компоненты матрицы жесткости вычисляются координатами узлов элементов и их упругими характеристиками, т.е. модулем упругости и коэффициентом Пуассона. Поэтому достаточным условием является определенность вектора нагрузки (узловых сил) или вектора смешанных сил, а также смешанные взаимно уравновешивающие условия.

Через вычисленные значения напряжений можно определить коэффициент запаса устойчивости по соответствующей формуле

$$K = \frac{\sum (C + \sigma_n \operatorname{tg} \varphi) \Delta l}{\sum \tau \Delta l}$$

где σ_n , τ - соответственно нормальные и касательные напряжения в середине отрезка, φ - угол внутреннего трения, C – сцепление, Δl – длина отрезка.

Расчеты напряженного состояния породного массива прибортовой зоны неоднородного сложения осуществлялись методом конечных элементов применительно к условиям комбинированной отработки Терекканского месторождения. Были приняты следующие параметры разработки: Карьер расположен в косогорье: высота правого борта равна 71м, левого борта 107м, угол наклона борта карьера 41° , ширина дна карьера -30м; угол падения рудного тела 30° , мощность рудного тела равна 40м (рис.1)

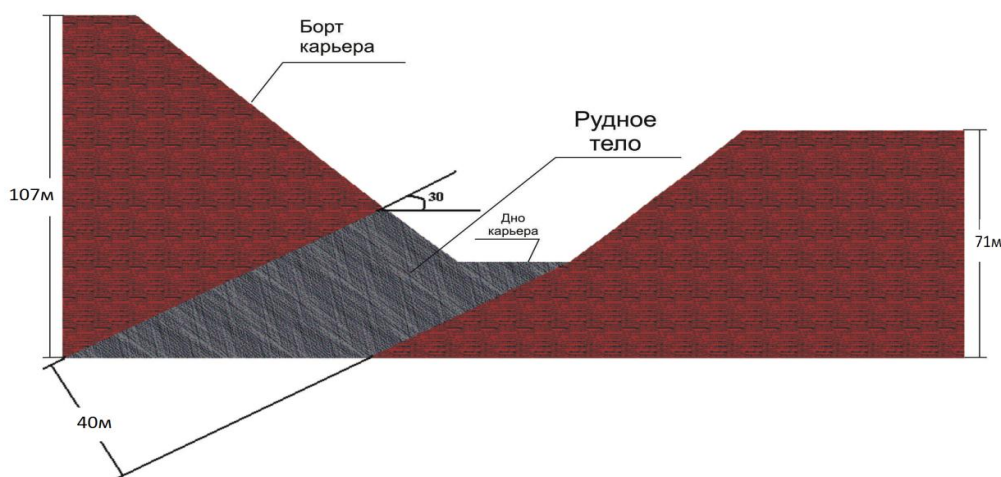


Рис.1. Параметры моделируемого неоднородного массива прибортовой зоны.

Физико-механические свойства пород (мрамор) и руды (брекчия кварцевая) соответственно составляют: объемный вес породы 269000 Н/м^3 , руды 27100 Н/м^3 ; модуль Юнга породы $3,5 \cdot 10^4 \text{ МПа}$, руды $3,0 \cdot 10^4 \text{ МПа}$; коэффициент Пуассона породы $0,23$, руды $0,25$; сцепление породы $12,5 \text{ МПа}$, руды $32,5 \text{ МПа}$, угол внутреннего трения породы 40° , руды 50° .

На рис.2. приведены результаты исследований напряженного состояния прибортового массива и дна карьера до начала подземных работ в прибортовой зоне.

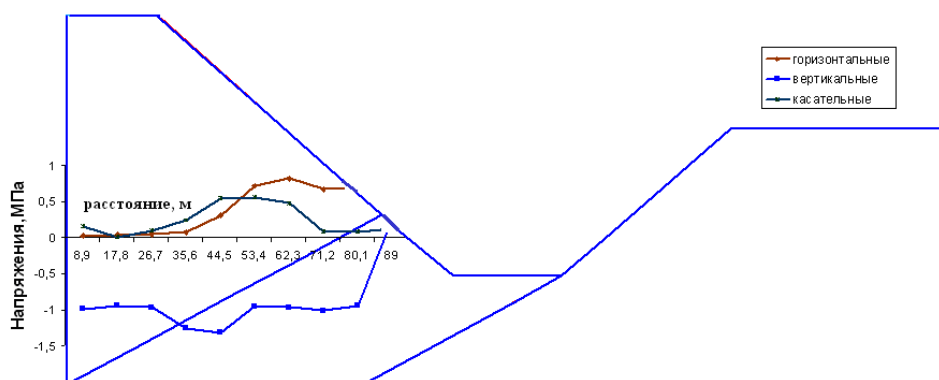


Рис.2. Распределения напряжений в прибортовом массиве до начала подземных работ

Результаты исследований показывают, что при комбинированной отработке мощных наклонных рудных тел до начала подземных горных работ наибольшая концентрация наблюдается в пределах рудной зоны на уровне дна и ниже уровня на глубине от дна, равной $1/2N_d$. Концентрация наблюдается и в правом низком борту на уровне дна. Ширина этой зоны концентрации равняется $0,7N_d$.

Под дном карьера и в правом борту до высоты от дна карьера, равной $0,16N_d$ возникает зона растягивающих горизонтальных напряжений. По глубине эта зона распространяется до глубины, равной $0,5N_d$.

Под левым бортом зона растягивающих напряжений возникает вдоль линии границ рудной зоны и породы. Нижняя граница этой зоны проходит по рудному телу и находится на высоте от дна, равной $0,26N_d$, а верхняя - на высоте, равной $0,73N_d$. По мере углубления эта зона постепенно расширяется. Выше этой зоны преобладают сжимающие горизонтальные напряжения, и на высоте $2,5N_d$ возникают наибольшие их значения. Вертикальные напряжения до проведения выработок концентрируются в нижней части дна в пределах рудного тела, начиная с глубины, равной $0,26N_d$.

После проведения первой от борта карьера выработки концентрация горизонтальных напряжений наблюдается вокруг выработки. Вокруг одиночной выработки образуются зоны растягивающих и сжимающих горизонтальных напряжений (рис.3).

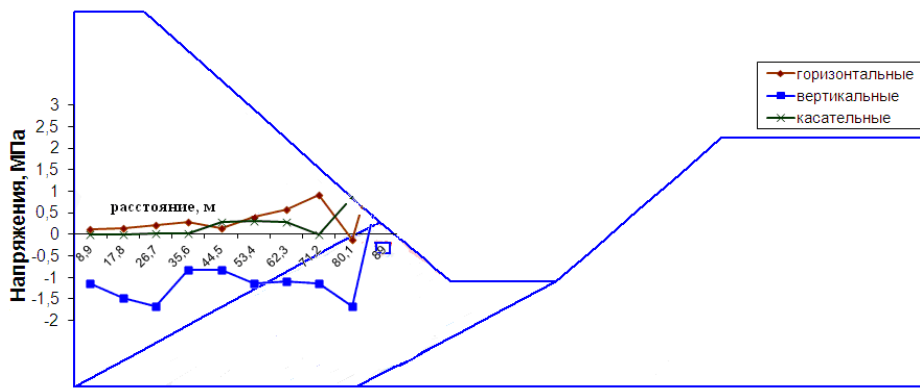


Рис.3. Распределение напряжений при проведении в борту карьера одной выработки

Над кровлей выработки и со стороны борта карьера возникают растягивающие напряжения, максимальные значения которых наблюдается в верхнем правом углу выработки. После проведения второй выработки концентрация горизонтальных напряжений образуется вокруг выработок (рис.4). Ниже выработок также возникает зона концентрации в виде узкой полосы по центру рудного тела.

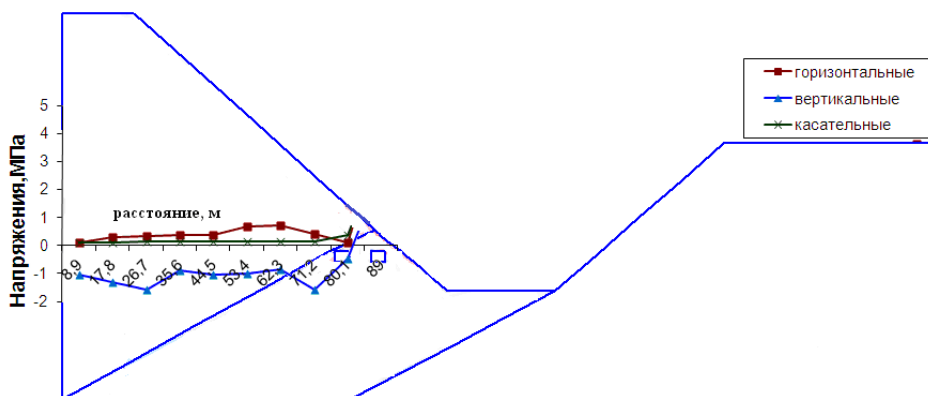


Рис.4. Распределение напряжений при проведении в борту карьера горных выработок

После выемки запасов подземных камер на верхнем ярусе зона концентрации горизонтальных напряжений возникает в пределах рудного тела и распространяется вниз по рудному телу (рис.5).

После полной выемки всех запасов нижнего яруса, т.е. после полной выемки всех запасов прибортовой зоны концентрация горизонтальных напряжений наблюдается в висячем боку рудного тела, при этом ширина зоны концентрации занимает половины мощности рудного тела. Растягивающие напряжения возникают в левом борту на месте пересечения подошвы выработанного пространства и границы рудной зоны. Ширина этой зоны равняется $0,16m_p$, которая по глубине простирается до $0,17m_p$.

Высота зоны концентрации горизонтальных напряжений составляет $0,26N_d$ (где N_d - ширина дна карьера). С понижением зона концентрации перемещается в центральную часть дна и на глубине $0,26N_d$ ее ширина равняется $0,36N_d$. В массиве пород дна карьера ширина зоны горизонтальных

растягивающих напряжений равняется его ширине. При этом эта зона распространяется от поверхности дна до глубины, равной $0,16N_d$. В массиве пород дна карьера наблюдается разгрузка вертикальных напряжений. При удалении от места пересечения бортов и дна карьера, на расстояние, равное $1/3N_d$ возникает зона разгрузки вертикальных напряжений. При проведении одиночной выработки глубина зоны растягивающих горизонтальных напряжений в массиве дна равняется $0,2N_d$, а ширина зоны равняется ширине дна. Непосредственно над выработкой до высоты (от кровли выработки) равной $0,25n_b$ (где n_b - ширина выработки) наблюдается зона растягивающих напряжений, далее возникают сжимающие напряжения. В середине массива дна появляется зона разгрузки вертикальных напряжений шириной, равной $0,6N_d$ и глубиной $0,05N_d$.

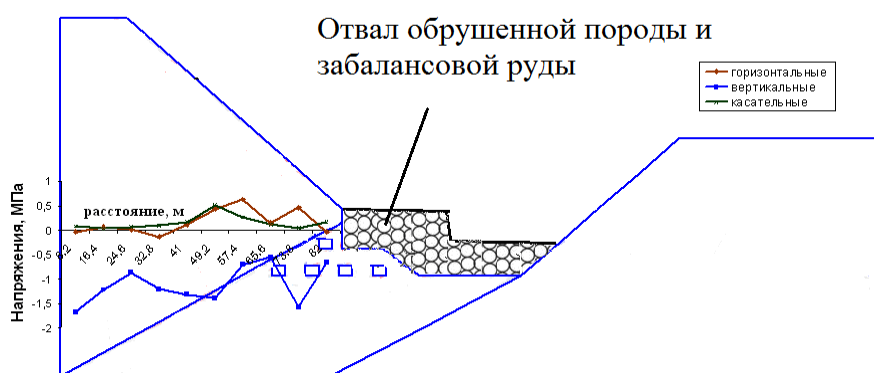


Рис.5. Распределение напряжений при выемке запасов первой камеры

После проведения выработок нижнего яруса в середине дна карьера на глубине, равной $0,1N_d$ растягивающие напряжения снижаются в 3,8 раза. На этой же глубине на месте пересечения борта и дна карьера напряжения уменьшаются в 5,17 раза.

После обрушения подземных камер на верхнем ярусе растягивающие горизонтальные напряжения перемещаются в нижние части выработок. На глубине от подошвы выработок, равной $1,25n_b$ появляется значительная область растягивающих напряжений. В массиве пород дна карьера наблюдается разгрузка растягивающих напряжений от $1,01\text{МПа}$ до $0,745\text{МПа}$; форма и размеры этой зоны остаются прежними.

После полной выемки запасов верхнего яруса наибольшая концентрация горизонтальных напряжений при этом возникает вокруг выработок нижнего яруса. Вертикальные напряжения при этом концентрируются вокруг выработок. Наибольшая их концентрация происходит вокруг крайних выработок, расположенных в глубине массива. Над выработками, расположенными непосредственно под отработанным пространством верхнего яруса, возникают зоны разгрузки вертикальных напряжений.

После выемки запасов нижнего яруса в массиве дна карьера в приповерхностной его части появляются растягивающие горизонтальные напряжения. Ширина этой зоны составляет $1,5N_d$. Глубина распространения

равна от $0,16N_d$ до $0,23N_d$. После полной отработки прибортовых запасов зона растягивающих горизонтальных напряжений, расположенной в массиве дна расширяется и равняется ширине дна выработанного пространства.

Расчеты показывают, что извлечение прибортовых запасов открытыми камерами приводит к увеличению горизонтальных растягивающих и касательных напряжений между висячим боком рудного массива и стенами выработанного пространства, которое может привести к потере устойчивости подрабатываемого борта. Предусмотренное технологией ведения горных работ заполнение выработанного пространства закладочным материалом – забалансовой рудой или породами из внутрикарьерного отвала, позволяет частично компенсировать потери устойчивости прибортовой зоны.

Третья глава посвящена разработанному способу комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера.

В работе разработан способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, заключающийся в том, что отработку полезного ископаемого, находящегося в прибортовой зоне карьера осуществляют системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, после обрушения и частичного выпуска руды в прибортовой зоне производят принудительное обрушение пород кровли с помощью скважин, пробуренных с транспортной бермы, по мере отбойки и выпуска руды выработанное пространство заполняют породами внутреннего отвала (рис.6).

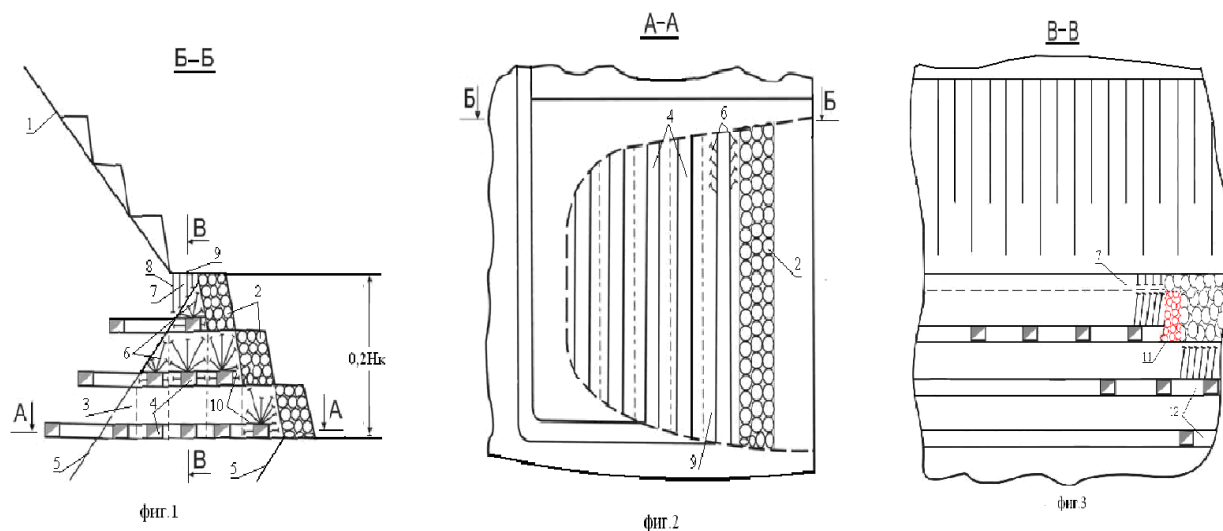


Рис.6. Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера: 1- проектный контур карьера; 2-ярусы внутреннего отвала; 3-запасы полезного ископаемого; 4- буродоставочные выработки; 5- границы полезного ископаемого; 6-скважины, пробуренные из буродоставочной выработки; 7-породы кровли; 8-скважины, пробуренные из карьера; 9-транспортная берма; 10-панель; 11-запасы полезного ископаемого, залегающие в нижней части прибортовой зоны; 12-горизонтальные буродоставочные выработки нижних подэтажей; H_k -высота карьера.

При применении разработанного способа проведение горизонтальных буродоставочных выработок по простиранию полезного ископаемого сокращает количество подготовительно-нарезных выработок, использование для принудительного обрушения пород кровли более разреженной сетки скважин позволяет получить крупнокусковой породной массы с высоким коэффициентом разрыхления, что снижает затраты на бурение и зарядание скважин и предотвратит фильтрацию породной массы при выпуске запасов полезного ископаемого.

В четвертой главе приведена разработанная технология при комбинированной отработке запасов прибортовой зоны месторождения «Тереккан».

Приведена краткая горно-геологическая характеристика месторождения «Тереккан». Месторождение находится на территории Чаткальского района Жалал-Абадской области Кыргызской Республики. Рельеф местности высокогорный резко расчлененный с узкими речными долинами и крутыми скальными склонами. Абсолютные отметки месторождений 1500-2400м.

Месторождение обрабатывается комбинированным последовательным открыто-подземным способом. Многие рудные тела выходят на дневную поверхность. Мощности рудных тел колеблются от долей метра до 14м, в раздувах до 20м и выше. Руда и вмещающие породы устойчивы, за исключением зон тектонических нарушений. Породы месторождения отнесены к III-ей категории трещиноватости.

При отработке карьера, за пределами его бортов остается часть запасов руды. Малая мощность рудных тел, с крутыми углами залегания, основная масса которых сосредоточена на нижних горизонтах, делают нецелесообразным их отработку открытым способом. В связи с этим предусматривается отработка запасов руды, расположенных за пределами борта карьера подземным способом. Отработка рудных тел проектируется в нисходящем порядке, т.е. работы ведутся начиная с верхних горизонтов, а на горизонтах - от флангов, к устьям откаточных штолен.

Открытые горные работы были остановлены на отметке 1560м. Правый борт карьера имеет высоту 300м, угол наклона борта карьера составляет 47° . Левый борт - 66,3м, угол наклона - 45° . Ширина дна карьера составляет 66м. Ширина бермы безопасности составляет -12м, высота уступов -30м. Рудное тело №1 расположено в правом высоком борту. Верхняя часть отработана карьером до отметки 1610м. Угол падения рудного тела - 65 град. Мощность рудного тела колеблется от 4 до 8метров.

Для расчетов были использованы следующие физико-механические свойства руды и породы: модуль Юнга $3,0 \cdot 10^4$ МПа, коэффициент Пуассона 0,25, объемный вес 27100Н/м^3 , сцепление 32,5МПа, угол внутреннего трения 50° . Физико-механические свойства породы: модуль Юнга $1,1 \cdot 10^4$ МПа, коэффициент Пуассона 0,18, объемный вес 27000Н/м^3 , сцепление 11,0МПа, угол внутреннего трения 48° .

Расчеты напряженно-деформированного состояния прибортовой зоны месторождения показывает, что концентрация горизонтальных напряжений наблюдается в правом борту между горизонтами 1590м и 1560м, а также в пределах рудного тела ниже уровня дна карьера. Наибольшие значения горизонтальных сжимающих напряжений возникают на уровне дна карьера в пределах рудного тела (рис.7). Такие же значения горизонтальных сжимающих напряжений наблюдаются в пределах нижнего уступа на отметке 1572м. Выше этой отметки на уровне горизонта 1578м существует зона со сравнительно высокими значениями горизонтальных растягивающих напряжений, равными от 2,190МПа до 1,410МПа. В пределах рудного тела наибольшие значения максимальных касательных напряжений возникают в его лежащем боку. На уровне горизонта 1512м значение наибольших максимальных касательных напряжений равны 3,380МПа. В массиве рудного тела с ростом глубины значения касательных напряжений постепенно снижаются. На горизонте 1500м максимальные касательные напряжения равняются 2,170МПа.

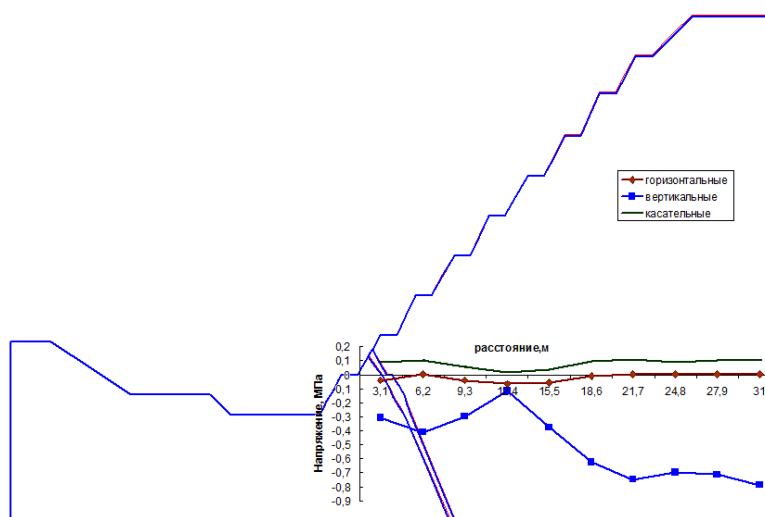


Рис.7 Распределение напряжений на горизонте 1590м

Для безопасной и эффективной отработки прибортовых запасов месторождения разработана технология выемки прибортовых запасов руды комбинированной системой разработки (системой подэтажных штреков и системой с магазинированием руды) (рис.8).

Предлагаемая технология исключает недостатки систем подэтажных штреков и систем с магазинированием отбитой руды. При этом предлагаемый комбинированный вариант позволяет сохранить все основные преимущества этих систем. При применении разработанной технологии очистная выемка в зависимости от горно-геологических условий осуществляется от центра к флангам, или от одного фланга блока к другому флангу.

Разработанная технология выемки запасов прибортовой зоны позволяет получить определенный технико-экономический эффект. Одновременное ведение горных работ в двух направлениях повышает интенсивности отработки

запасов подэтажа, почти в 1,5-2 раза, Потери отбиваемой руды на очистных работах снижается до 5-6%.

Качество добываемой руды улучшается путем снижения разубоживания до 3-4%. Данная технология внедрена на месторождении Тереккан.

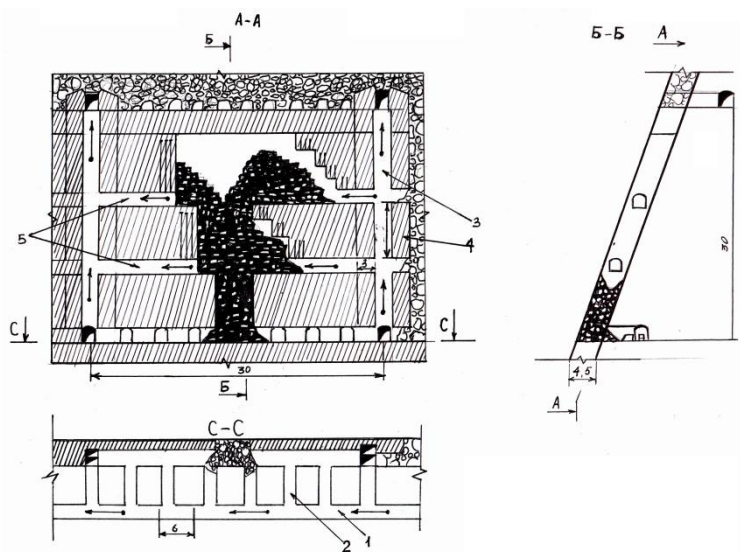


Рис.8 Разработанная комбинированная система разработки: 1-откаточный штрек, 2-орты заезды, 3-блоковые восстающие, 4-междукамерные целики, 5-подэтажные штреки.

ВЫВОДЫ

В диссертационной работе дано решение актуальной задачи - разработана эффективная и безопасная технология выемки запасов прибортовой зоны на основе установленных закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния при комбинированной разработке рудных месторождений.

Основные научные и практические результаты исследований заключаются в следующем:

1. Установлено, что при комбинированной отработке мощных наклонных рудных тел до начала подземных горных работ наибольшая концентрация горизонтальных напряжений наблюдается в пределах рудной зоны на уровне и ниже уровня дна на глубине, равной $0,5N_d$. Под дном и в правом борту до высоты от дна карьера, равной $0,16N_d$ возникает зона растягивающих горизонтальных напряжений. По глубине эта зона распространяется до $0,5N_d$.

2. Выявлено, что после проведения в прибортовой зоне одиночной горизонтальной выработки концентрация горизонтальных напряжений наблюдается вокруг выработки. Вокруг одиночной выработки образуются зоны растягивающих и сжимающих горизонтальных напряжений. Над кровлей выработки и со стороны борта карьера возникают растягивающие напряжения, максимальные значения которых наблюдается в верхнем правом углу выработки.

3. Выявлено, что после выемки запасов подземных камер на верхнем ярусе зона концентрации горизонтальных напряжений возникает в пределах рудного тела и распространяется вниз по рудному телу.

4. Установлено, что после полной выемки запасов прибортовой зоны концентрация горизонтальных напряжений наблюдается в висячем боку рудного тела, при этом ширина зоны концентрации равняется половине мощности рудного тела. Растягивающие напряжения возникают в левом борту в местах пересечения подошвы выработанного пространства и границы рудной зоны. Ширина этой зоны равняется 0,16 ширины рудного тела, которая по глубине простирается до 0,17 ширины рудного тела.

5. Разработан способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера, заключающийся в том, что отработку полезного ископаемого, находящегося в прибортовой зоне карьера осуществляют системой подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды, после обрушения и частичного выпуска руды в прибортовой зоне, производят принудительное обрушение пород кровли с помощью скважин, пробуренных с транспортной бермы, по мере отбойки и выпуска руды выработанное пространство заполняют породами внутреннего отвала.

6. Разработана технология выемки прибортовых запасов руды месторождения комбинированной системой разработки (системой подэтажных штреков и системой с магазинированием руды), которая позволяет вести очистную выемку в зависимости от горно-геологических условий в направлении от центра к флангам, или от одного фланга блока к другому флангу, что обеспечивает повышение интенсивности отработки запасов подэтажа, почти в 1,5-2 раза. Потери отбиваемой руды на очистных работах снижается до 5-6%. Качество добываемой руды улучшается путем снижения разубоживания до 3-4%.

7. Разработанная комбинированная система разработки внедрена в Филиал «Терексайский рудник» ОАО «Кыргызалтын» при выемке прибортовых запасов комбинированным способом (акт о внедрении от 4.02.13 г.).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Маматова Г.Т. Применение компьютерной системы Mathcad в геомеханике. [Текст]/Г.Т. Маматова, К.Ж.Усенов // Труды Международной научной конф., посвящен. 50-летию ИГиОН и 80-летию академика И.Т.Айтматова «Проблемы геомеханики и освоения недр», ИГиОН.- Бишкек, 2011.-выпуск №13- С. 385-390.
2. Маматова Г.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород при комбинированной отработке наклонных рудных тел [Текст]/Г.Т.Маматова, А.П.Алибаев, К.Ж.Усенов//Известия ОшГУ: сб.науч.тр.- Ош, 2012.-№1.- С.74-77.

3. Маматова Г.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьера при проведении в борту карьера горизонтальных горных выработок [Текст]/ Г.Т.Маматова, А.П.Алибаев, А.Р.Такеева // Известия ОшГУ: сб.науч.тр.- Ош, 2012.-№1.-С.66-70.
4. Маматова Г.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния прибортового массива пород и дна карьера при комбинированной разработке рудных тел [Текст]/ Г.Т.Маматова// Наука и новые технологии: сб.науч.тр.- Бишкек, 2012.-№4.- С.64-67.
5. Маматова Г.Т. Способ комбинированной разработки полезного ископаемого в прибортовой зоне карьера[Текст]/ Г.Т.Маматова, А.П.Алибаев, К.Ж.Усенов// «Ізденіс»- Поиск- Алматы, 2012.- №4- С.97-100.
6. Маматова Г.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния массива пород и дна карьера при комбинированной разработке прибортовых запасов [Текст]/ Г.Т.Маматова// Наука и новые технологии: сб.науч.тр.- Бишкек, 2012. .-№4-С.21-26.
7. Маматова Г.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьера при выемке прибортовых запасов комбинированным способом [Текст]/ Г.Т.Маматова// Известия ВУЗов: сб.науч.тр.- Бишкек, 2012.-№6.- С.21-23.
8. Маматова Г.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьера при комбинированной разработке запасов приконтурной зоны [Текст]/Г.Т.Маматова// Матер. Междунар. Научно-практ. конф. «Проблемы геомеханики и преподавания естественных дисциплин», посвященной 60-летию юбилею члена Национального Комитета Республики Казахстан по теоретической и прикладной механике и Советов технических комитетов ассоциации геомехаников ISSMGE, д.т.н., проф., Р.Б.Баймахана- Алматы, 2012г.- С.167-170.
9. Маматова Г.Т. Отработка запасов законтурных рудных тел в условиях открыто-подземного способа разработки [Текст]/ Г.Т.Маматова, А.П.Алибаев, К.Ж.Усенов //Известия ВУЗов- Бишкек, 2012.- №6.- С.51-53.
10. Маматова Г.Т. Отработка запасов прибортовой зоны при комбинированной разработке месторождений [Текст]/ Г.Т.Маматова, К.Ч.Кожогулов, А.П.Алибаев // Наука и новые технологии: сб.науч.тр.- Бишкек, 2012.- №8- С.18-19.
11. Маматова Г.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния откосов бортов карьера при доработке прибортовых запасов руды подземным способом [Текст]/ Г.Т.Маматова, К.Ч.Кожогулов, А.П.Алибаев // Наука и новые технологии: сб.науч.тр.- Бишкек, 2012.- №8- С.9-12.

Корутунду
Маматова Гульшаир Тыныбековна

**КЕНДЕРДИ АЙКАЛЫШТЫРЫП ИШТЕТҮҮДӨ КАРЬЕРДИН КАПТАЛ
ЗОНАЛАРЫНДАГЫ ЧЫНАЛУУ АБАЛЫН БААЛОО ЖАНА АНЫН
ЗАПАСТАРЫН КАЗЫП АЛУУ ҮЧҮН ТЕХНОЛОГИЯСЫН
ИШТЕП ЧЫГУУ**

25.00.20- «Геомеханика, тектерди жардыруу жана талкалоо, рудник аэрогазодинамикасы жана тоо-кен жылуулук физикасы» жана 25.00.22 – «Гео-технология (жер астындагы, ачык түрдө)» адистиктери боюнча техника илимдеринин кандидаты деген илимий даражасын алуу үчүн жазылган диссертациянын авторефераты.

Негизги сөздөр: *айкалыштырып иштетүү, чыналып-деформацияланган абал, концентрация зоналары, массивдин каптал зонасы, капталдагы запастар, иштелме, жардыруу скважиналары, этаждардагы уратып түшүрүү, жоготуулар, аралашма, баланстан тышкаркы руда, карьер ичиндеги төгүлмө, иштетүү системасы, руданы уратып чогултуу.*

Изилдөө объектиси катарында кендерди айкалыштырып иштеткен Тереккан кен чыккан жери тандалып алынган.

Диссертациялык жумушта кендерди айкалыштырып иштетүүдө капталдагы массивдердин чыналып-деформацияланган абалын баалоо жүргүзүлүп, каптал зоналарында казып алуу иштеринен көз каранды болгон тоо тектеринин чыңалуусунун өзгөрүлүшүнүн закон ченемдүүлүктөрү аныкталды, каптал жагында жайгашкан запастарды айкалыштырып иштетүүдөгү кичи этаждардагы кулатып түшүрүү системасынын ыкмасы иштелип чыккан.

Тереккан кен иштетүү жайынын каптал жагынан чыналып-деформацияланган абалы бааланган. Каптал жагындагы запастарды казып алуунун үчүн рудаларды уратып-чогултуу жана кичи этаждардагы уратып түшүрүү ыкмасынын элементтерин камтыган айкалыштырып иштетүү системасы сунушталат.



Резюме
Маматова Гульшаир Тыныбековна

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВОЙ ЗОНЫ И
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫЕМКИ ЕЁ ЗАПАСОВ ПРИ
КОМБИНИРОВАННОЙ ОТРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 25.00.20. – «Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», 25.00.22 – «Геотехнология (подземная и открытая)»

Ключевые слова: *комбинированная разработка, напряженно-деформированное состояние, зоны концентрации, зона прибортового массива, прибортовые запасы, выработка, взрывные скважины, подэтажное обрушение, потери, разубоживание, забалансовая руда, внутрикарьерный отвал, система разработки, магазинирование руды.*

В качестве объекта исследования выбрано Терекканское месторождение, отрабатываемое комбинированным способом.

В диссертационной работе приводится оценка напряженно-деформированного состояния прибортового массива при комбинированной разработке рудных месторождений, установлены закономерности изменения напряжений в массиве пород в зависимости от ведения горных работ в прибортовой зоне, разработан способ комбинированной отработки запасов прибортовой зоны системой подэтажного обрушения.

Оценено напряженно-деформированное состояние прибортового массива месторождения Тереккан. Для отработки запасов прибортовой зоны предложена комбинированная система разработки, включающая элементы системы с магазинированием руды и подэтажных штреков.



Resume
Mamatova Gulshair Tynybekovna

**EVALUATION OF STRESS STATE OF BYSIDE ZONES AND
DEVELOPMENT OF MINING TECHNOLOGY OF STOCKS IN
COMBINED MINING ORE DEPOSITS**

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 25.00.20. - "Geomechanics, destruction of rock explosion, miner aerogas dynamics and mountain thermal physics", 25.00.22-"Geotechnology (underground and surface)"

Keywords: *the combined development, stress-strain state, concentration zone, zone of by-side massif, by-side stocks, drill-delivering production, blastholes, sublevel caving, loss, dilution, off-balance sheet ore, in-quarry spoil bank, system design, gathered ore.*

As the object of investigation was chosen Terekkanskoe mine, working out in a combined way.

In the dissertation presented an evaluation of the stress-strain state of by-side massif in combined mining of ore deposits, established the regularities of stress changes in the rock massif, depending on mining in by-side zone, worked out method of combined mining stocks by-side zone system of sublevel caving.

Evaluated the stress-strain state of by-side Terekkan massif mine. For working stocks by-side zone proposed hybrid system design, including elements of the system with gathered ore and sublevel drifts.



Подписано в печать 24.04.2013.
Формат 60x90/16 Объем 1,5п.л.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 150 экз. Заказ 19.

720023, Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ им. Н.ИСАНОВА