

## **АННОТАЦИЯ**

**Диссертационной работы на соискание степени доктора философии  
PhD по образовательной программе 8D07202 – «Горное дело»**

**Толовхан Бауыржана**

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА**

**Актуальность работы** - Одним из основных вопросов при отработке полезных ископаемых открытым способом являются обеспечение безопасности и повышение эффективности ведения горных работ. Месторождения, имеющие простые горно-геологические условия залегания и высокое содержание полезного компонента в рудах уже отработаны или близки к завершению горных работ.

Современное развитие горнодобывающей отрасли характеризуется усложнением условий производства горных работ из-за роста глубины разработки и вовлечения в эксплуатацию участков или целых месторождений со сложными горно-геологическими условиями залегания с ростом себестоимости добычи полезного ископаемого, что требует пересмотра первоначальных технологических решений и увеличения конечного угла наклона борта карьеров.

При этом встает вопрос об обеспечении устойчивости бортов карьеров и выборе рациональных параметров вновь проектируемых уступов на глубоких горизонтах с учетом геомеханических условий разработки.

Основным условием, необходимым для пересмотра первоначальных проектных параметров отработки месторождений является наличие информации о геомеханическом состоянии массива горных пород, в котором наряду с параметрами напряженно-деформированного состояния и геолого-структурных особенностей месторождения, необходимы данные о физико-механических и прочностных свойствах вмещающих пород и рудных жил.

При увеличении глубины действующих карьеров вопросы устойчивости бортов являются проблемами экономической значимости и дальнейшего развития для горнодобывающих предприятий, ведущих добычу открытым способом, т.к. обоснование устойчивых параметров бортов и уступов глубоких карьеров открывает возможности отработки глубоко залегающих руд для действующих предприятий.

Поэтому актуальным является обеспечение безопасности ведения открытых горных работ за счет обоснования оптимальных параметров карьера, в т.ч. генерального угла рабочих бортов при различных осложняющих факторах и нарушениях залегания рудных месторождений, на основе учета литологической характеристики и физико-механических свойств прибортовой части массива горных пород с использованием

аналитического моделирования.

**Идея работы** заключается в использовании эмпирически установленных зависимостей между коэффициентом запаса устойчивости, значением генерального угла борта и показателем сцепления прибортового массива вмещающих пород и рудных жил с учетом структурных особенностей и прочностных свойств для обоснования параметров проектируемого карьера на основе применения численных методов для определения оптимальных углов уступов.

**Целью диссертационной работы** является установление закономерностей изменения напряженно-деформированного состояния прибортового массива горных пород карьера за счет определения оптимальных параметров с учетом геомеханического состояния углов бортов карьера, на основе учета литологической характеристики, физико-механических и прочностных свойств с использованием аналитического моделирования.

**Этапы исследования:**

- анализ существующих технических решений разработки действующих месторождений, позволяющих определить оптимальные параметры ведения открытых горных работ;
- бурение и документирование геотехнических скважин с целью определения рейтинга устойчивости массива горных пород;
- исследование для получения параметров прочностных свойств и структурных особенностей прибортового массива горных пород;
- создание трехмерной блочной модели для обработки и анализа данных геотехнического бурения при прогнозной оценке состояния прибортового массива и обоснования параметров открытых горных работ.

**Объект исследования** является устойчивость прибортового массива горных пород карьера вольфрамового месторождения Северный Катпар.

**Методология выполнения диссертационной работы:**

- анализ геолого-структурных и гидрогеологических условий прибортового массива горных пород вольфрамового месторождения «Северный Катпар»;
- анализ имеющихся данных по физико-механическим свойствам горных пород месторождения и изучение структурного строения массива по результатам геологических изысканий с определением их расчетных прочностных характеристик;
- кинематический анализ устойчивости плоскостного оползневого сдвига;
- аналитическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива;
- проектирование конечного контура карьера;
- численный метод конечных элементов с определением рейтинга прочности пород и коэффициента запаса устойчивости горного массива;
- построение геотехнической, каркасной, блочной и геомеханической моделей месторождения.

### **Научная новизна диссертационной работы** заключается:

- в установлении зависимости между коэффициентом запаса устойчивости, значением генерального угла борта и показателем сцепления прибортового массива горных пород при ведении открытых горных работ;
- в установлении закономерностей изменения коэффициента запаса устойчивости в зависимости от фактора обводненности трещин и их влияния на устойчивость горного массива;
- в разработке эффективных методов обоснования параметров открытых горных работ, учитывающих структурные характеристики, физико-механические свойства;
- в обосновании генерального угла карьера, учитывающего литологической характеристики месторождения, трещиноватость, сцепление, физико-механические свойства и влияние обводненности горных пород на устойчивость прибортового массива горных пород с использованием трехмерной блочной модели.

### **Научные положения, выносимые на защиту:**

- напряженно-деформированное состояние массива горных пород изменяется в виде сдвига части массива по подсекающей плоскости и клиновидного блока, опрокидывания скальных блоков в сторону выработанного пространства.
- коэффициент запаса устойчивости растет с увеличением значения генерального угла наклона борта карьера и показателя сцепления прибортового массива горных пород при ведении открытых горных работ;
- коэффициент запаса устойчивости снижается с ростом фактора обводненности трещин.

### **Практическая значимость работы** состоит в следующем:

- обоснованы оптимальные параметры проектируемого карьера; по данным геотехнических исследований кернов ориентированного бурения и проведения кинематического анализа плоскостного оползневого сдвижения массива в программном обеспечении Dips для построения геомеханической модели месторождения;
- установлены оптимальные параметры бортов карьера на основе анализа результатов геомеханического численного моделирования с выдачей рекомендаций по параметрам ведения открытых горных работ;
- обоснован генеральный угол наклона борта карьера с учетом литологической характеристики месторождения, трещиноватости, сцепления, физико-механических свойств и влияния обводненности горных пород на устойчивость прибортового массива горных пород с использованием трехмерной блочной модели.
- установление геомеханических параметров при открытой разработке, обеспечивающих рациональное и безопасное ведение открытых горных работ в карьере при обоснованных предельных углах наклона бортов с учетом геологических и гидрогеологических условий месторождения.

**Конечными достоверными результатами** выполненных в представленной диссертационной работе научных и экспериментальных исследований являются:

- определение оптимальных углов откосов и вероятностной оценки устойчивости бортов карьера, на основе изучения структуры прибортового массива и его физико-механических и прочностных свойств для обеспечения безопасности ведения горных работ;

- в соответствии с оценкой устойчивости бортов карьера «Северный Катпар» по результатам численного моделирования, позволило установить, что коэффициенты запаса устойчивости по всем геологическим участкам достаточны для обеспечения безопасности ведения открытых горных работ;

- сформирована каркасная модель месторождения «Северный Катпар» для визуализации и расчета пространственного распределения литологии и блочная структурированная модель месторождения для определения категории устойчивости горных пород для расчета оптимальных параметров бортов карьера в стадии его проектирования, строительства, ведения горных работ и выемки вольфрамосодержащих руд.

**Личный вклад автора.** Установлены задачи исследований, в соответствии с которыми выполнены научно-прикладные работы и аналитические исследования, сформулированы основные научные положения. Произведен анализ устойчивости прибортового массива горных пород методами численного моделирования с использованием их конечных элементов для оценки напряженно-деформированного состояния от влияющих факторов.

**Реализация диссертации.** Результаты исследований реализованы в одном тезисе научной конференции и акте внедрения в учебный процесс, в виде рекомендаций в проект разработки вольфрамового месторождения «Северный Катпар». Прошел научную стажировку: по проведению исследований для определения параметров с использованием оборудования, исследовательских лабораторий и стендов в Навоийском государственном горном институте (г. Навои, Узбекистан); на горнорудных предприятиях «Северный Катпар» для апробации технологических разработок

**Структура работы:** диссертационное исследование состоит из введения, четырёх глав, объём которых составляет 91 страниц, 60 иллюстративных материалов, 24 таблиц, перечня использованных источников, включающего 96 наименований, а также четырёх приложений.

**Благодарности.** Докторант благодарен научным консультантам за рекомендации в проведении исследований и экспериментальных работ, подготовке глав диссертации, а также профессорско-преподавательскому составу кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» и инженерно-техническому персоналу карьера месторождения «Северный Катпар» за содействие при производстве экспериментов и исследований.

Диссертация подготовлена в рамках программно-целевого финансирования по реализации научной, научно-технической программы ИРН № BR24992803 Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

