

Кожоголов К.Ч., Маматова Г.Т., Алибаев А.П.

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОТКОСОВ
БОРТОВ КАРЬЕРА ПРИ ДОРАБОТКЕ ПРИБОРТОВЫХ ЗАПАСОВ РУДЫ
ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ**

K.Ch. Kozhogulov, G.T. Mamatova, A.P. Alibaev

**EVALUATION OF STRESS-DEFORMED CONDITION OF SIDE SLOPE OF QUARRY
UNDER FINALIZING ORE RESERVES BY UNDERGROUND MINING**

УДК:622.831

В статье исследованы распределения напряжений в массиве пород рудного месторождения на момент завершения открытых горных пород. Рассматриваются и анализируются на различных горизонтах.

In diesem Papier die Verteilung der Spannungen im Gestein Masse der Lagerstätte zum Zeitpunkt des Abschlusses der offenen Felsen. Bewertet und analysiert auf verschiedenen Ebenen.

Запасы одного из рудных месторождений юга Кыргызской Республики обрабатываются комбинированным способом. Верхняя часть обработана открытой технологией, нижняя - обрабатывается подземным способом. Карьер относится к нагорному частично заглубленному типу. Обработка карьера осуществлялась сверху вниз горизонтальными слоями. Высота уступа на вскрыше принята равной 10 м. Уступы в погашении страивались, достигая высоты 30 м. При постановке уступов в предельное положение использовано приконтурное бурение взрывных скважин. Между строенными уступами оставляются предохранительные бермы шириной 12 м, что позволяет при необходимости производить их механизованную зачатку [1].

Руда и вмещающие породы месторождения устойчивы, за исключением зон тектонических нарушений. Руда и породы не газоносны, не склонны к слеживанию, размоканию и самовозгоранию.

Породы месторождения отнесены к III-ей категории трещиноватости. Учитывая вышесказанное, можно прогнозировать высокую устойчивость бортов карьера. Вечной мерзлоты на участке работ нет [2].

Физико-механические свойства горных пород характеризуются высокой крепостью и устойчивостью.

При отработке карьера, за пределами его бортов остается часть запасов руды (Рис.1). Малая мощность рудных тел, с крутыми углами залегания, основная масса которых сосредоточена на нижних горизонтах, делают нецелесообразным их отработку открытым способом. В связи с чем предусматривается отработка запасов руды, расположенных за пределами борта карьера подземным способом.

Обработка рудных тел проектируется в нисходящем порядке, т.е. работы ведутся начиная с верхних горизонтов, а на горизонтах - от флангов, к устьям откаточных штолен.

В местах, где технологически применима первостепенная отработка запасов с высоким содержанием, предусматривается опережающая отработка богатых рудных участков [3].

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

Оценка напряженно-деформированного состояния породного массива осуществляется методом конечных элементов с использованием программы «Stress» [5].

Для расчетов были использованы следующие физико-механические свойства руды и породы (табл.1). [4]

Таблица 1

Физико-механические свойства руды и породы

№	Наименование	модуль Юнга, МПа	Кэфф. Пуассона	объемный вес, Н/м ³	Сцепление, МПа	угол внутрен. трения
1	Руда	3,0*10 ⁴ МПа	0,25	27100Н/м ³	32,5 МПа	50град
2	Порода	1,1*10 ⁴ МПа	0,18	27000Н/м ³	11,0 МПа	48 град

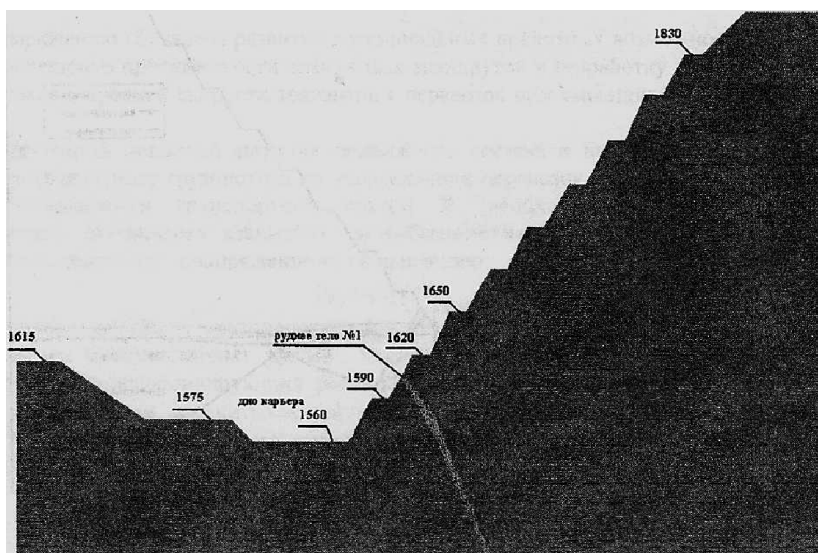


Рис.1. Проекция на вертикальную плоскость на момент завершения открытых горных работ на карьере

Концентрация горизонтальных напряжений наблюдается в правом борту между горизонтами 1590 м и 1560 м, а также в пределах рудного тела ниже уровня дна карьера

Наибольшие значения горизонтальных сжимающих напряжений возникают на уровне дна карьера в

пределах рудного тела. Значения напряжений составляют от 1,500 МПа до 0,791 МПа. Такие же значения горизонтальных сжимающих напряжений наблюдаются в пределах нижнего уступа на высоте от дна карьера, равное $0,4H_y$ (H_y - высота уступа), т.е. на высоте 12 м. Это соответствует горизонту 1572 м.

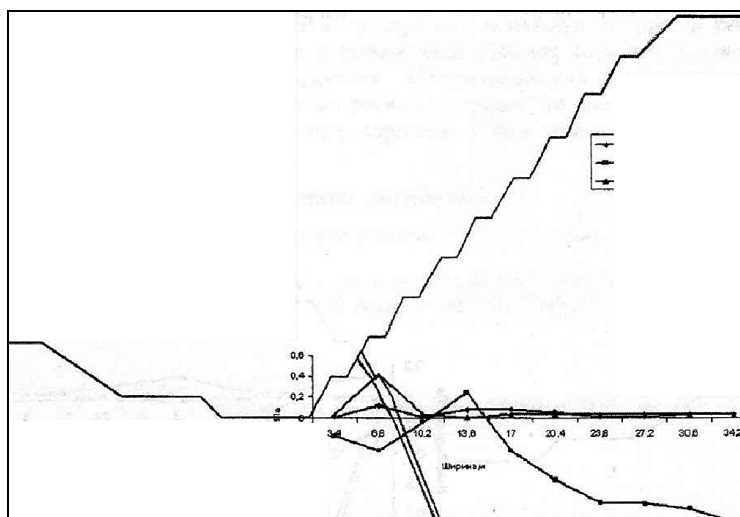


Рис.2 Распределение напряжений на горизонте 1560 м

Выше этой отметки на уровне горизонта 1578 м существует зона со сравнительно высокими значениями горизонтальных растягивающих напряжений. Значения этих напряжений меняются от 2,190 МПа до 1,410 МПа.

На уровне горизонта 1590 м между лежащим бортом рудного тела и поверхностью уступа образуется зона горизонтальных напряжений.

На отметке 1595 м значение горизонтальных растягивающих напряжений равно 1,110 МПа. По мере приближения к границам рудного тела они уменьшаются до 0,690 МПа. На этом уровне со стороны висячего бока действуют в основном сжимающие напряжения, которые равны от 0,064 МПа до 0,073 МПа



Рис.3 Распределение напряжений на горизонте 1590м

В правом высоком борту карьера на отметке 1754 м при удалении вглубь массива на расстояние (по горизонтали), равное $1,1 \tau_0$ (т.е.33м) образуется зона растягивающих напряжений. Значение напряжений в этой зоне колеблется от 0,265 МПа до 0,204 МПа.

Расчеты напряженного состояния прибортового массива и дна карьера показывают, что вертикальные напряжения распределены равномерно, которые с ростом глубины постепенно возрастают.

Наибольшая концентрация вертикальных напряжений при этом наблюдается в пределах рудного тела ниже отметки горизонта 1590 м. Концентрация также наблюдается в последних уступах правого высокого борта. Наибольшие значения вертикальных напряжений наблюдаются со стороны лежачего бока рудного тела при удалении от него на расстояние, равное $4,2 \tau_0$ (тр-мощность рудного тела). Здесь значения вертикальных напряжений равняются от 1,100 МПа до 1,010 МПа.

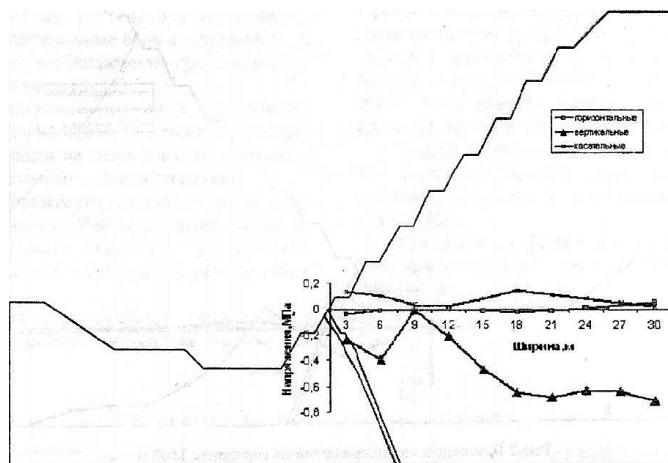


Рис.3. Распределение напряжений на горизонте 1610м

В пределах рудного тела максимальные значения вертикальных напряжений возникают на глубине от дна карьера, равной $(1,6-1,7) \tau_0$ и составляет от 7,890 МПа до 6,110 МПа.

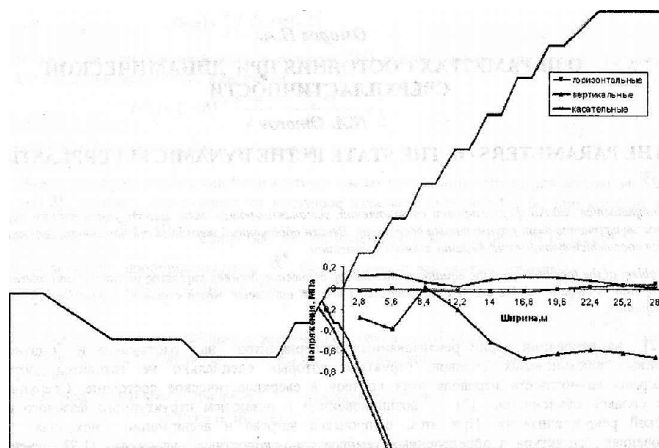


Рис.4. Распределение напряжений на горизонте 1620м

В этой зоне существуют также наибольшие значения максимальных касательных напряжений, которые составляют от 2,200МПа до 1,860МПа. В пределах рудного тела наибольшие значения максимальных касательных напряжений возникают в его лежачем боку (рис.4). На глубине от дна карьера равной 0,7Нд (Nfl-ширина дна карьера) или 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.

Литература:

1. Проект отработки запасов золоторудного месторождения «Тереккан» комбинированным способом. Этап V. Проект отработки остальных рудных тел. Карьер «Тереккан» Том I. Общая и геологическая части в 2-х книгах. Книга 1. Текст. Проектно-исследовательский
2. центр «Кен-Тоо», Открытое акционерное общество «Кыргызалтын», Бишкек, 2003.-130с.
3. Проект отработки запасов золоторудного месторождения «Тереккан» комбинированным способом. Сводный том. Часть Проектно-исследовательский центр «Кен-Тоо», Открытое акционерное общество «Кыргызалтын», Бишкек, 2003.-246с.
4. Проект отработки запасов золоторудного месторождения «Тереккан» комбинированным способом. Этап V. Проект отработки остальных рудных тел. Карьер «Тереккан» Том II. Горная часть, Проектно-исследовательский центр «Кен-Тоо», Открытое акционерное общество «Кыргызалтын», Бишкек, 2003.-112с.
5. Терметчиков М.Н. Физико-механические свойства горных пород месторождений Киргизии и их корреляционный анализ - Фрунзе: Илим, 1979.- 136с.
6. Система моделирования напряженно-деформированного состояния горного массива и оценки устойчивости бортов карьеров// Кыргызско-Российский славянский университет, международный научно-технический центр.- Бишкек, 2006.-21с.

Рецензент: д.т.н., профессор Усенов К.Ж.