

Осмонова Н.Т.

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОДКАРЬЕРНЫХ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРЕККАН**

*N.T. Osmonova*

**EVALUATION OF STRESS-STRAIN STATE OF ROCK MASSIF IN MINING UNDERQUARRY LAYERS OF TEREKKAN**

УДК:550. 82

*В статье приведены результаты анализа напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьера при выемке под карьерных запасов комбинированным способом.*

*In this paper given the results of the analysis of the stress-strain state of onboard massif and pit bottom in digging undedquarry reserves by combined method.*

Многие рудные месторождения Кыргызстана находятся в высокогорных районах и имеют сложные горно-геологические условия. В таких условиях для обеспечения эффективного и безопасного ведения горных работ решающим фактором является прежде всего напряженно-деформированное состояние массива вокруг выработок. В расчетах устойчивости горных выработок и откосов используются прочностные и деформационные свойства горных пород. Основными прочностными свойствами являются сцепление  $C$ , угол внутреннего трения  $\varphi$ , именно через эти параметры определяются пределы прочности на сжатие и растяжение и сдвиг. В то же время характеристиками упругого поведения горных пород являются деформационные свойства - модуль упругости  $E$  и коэффициент Пуассона  $\nu$  [1].

Взаимосвязи между механическими свойствами массива и образцов пород рассматривался во многих работах. В частности эта взаимосвязь определяется через значения коэффициентов ослабления массива [3]:

$$\lambda_1 = \frac{1}{1 + \alpha \ln\left(\frac{H_i}{h_i}\right)} \quad (1)$$

где,  $\alpha$  - возрастает от 1 до 7 с увеличением прочности образцов пород от 1,0 до 100МПа;  $H_i$  - глубина залегания  $i$ -го типа пород;  $h_i$  - размер структурного блока  $i$ -го типа пород.

Таким образом, с помощью формулы (1) можно осуществить переход от прочностных характеристик образцов пород к массиву.

Исследованием физико-механических свойств массива пород месторождения Тереккан занимались различные организации в разные года. Предварительная разведка проводилась под руководством Колесникова (1965), затем Образцовым (1968), М.

Терметчиковым (1979) и Назаровым (1978) [2]. Горно-геологическая обстановка в районе месторождения достаточно сложная. Физико-механические свойства пород разных образцов, которые отбирались на различных глубинах, отличаются друг от друга незначительно. С ростом глубины увеличение тектонической нарушенное массива не наблюдается. Напряженно-деформированное состояние массива с глубиной изменяется за счет статической нагрузки вызываемой весом вышележащей толщи.

В исследованиях проведенных под руководством И. Айтматова отмечается [6], что в пределах Чаткало - Кураминской складчатой системы выделяется жесткий Кассанский блок, в основании которого залегает толща докембрийских пород. Подобные отдельные жесткие и более монолитные массивы в подвижных и сейсмоактивных областях могут играть роль концентраторов напряжений в верхних частях земной коры. Эти массивы и блоки обычно сравнительно просто выделяются в процессе геологического и тектонического изучения района, а также при выполнении геологоразведочных работ. В таких местах следует ожидать иных закономерностей распределения напряжений, чем в целом по региону.

В настоящее время запасы рудного тела 10-ю Терекканского месторождения отрабатывается комбинированным способом. Часть рудного тела 10-ю расположено под дном карьера. Верхняя часть отработана карьером до отметки 1605 м. Угол падения рудного тела -55°. Мощность рудного тела варьирует от 0,7 до Юм, и в среднем составляет порядка 3 м. (Рис1).

Для изучения напряженно-деформированное состояние массива горных пород Терекканского месторождения при отработке подкарьерных запасов был использован метод конечных элементов, с использованием программы «STRESS» [4]. Количество узлов -338, количество элементов -92.

Для расчета согласно геологическому разрезу XII-XII рудного тела 10-ю были приняты следующие параметры карьера (рис.1): высота левого борта -75м, правого борта -48м, ширина дна карьера -20м. Угол наклона правого борта -78° и левого борта -77°.

Для расчетов были использованы следующие физико-механические свойства руды и породы (табл. 1) [5].

Таблица. 1

**Физико-механические свойства руды и породы**

№	Наименование	Модуль Юнга, МПа	Кэф-т Пуассона	Объемный вес, Н/м <sup>3</sup>	Сцепление, МПа	угол вн. трения, град.
1	Порода (кварцевая брекчия)	30000	0,25	27100	32,5	50
2	Руда (кварцевослюдистые сланцы)	11000	0,18	27000	11	48

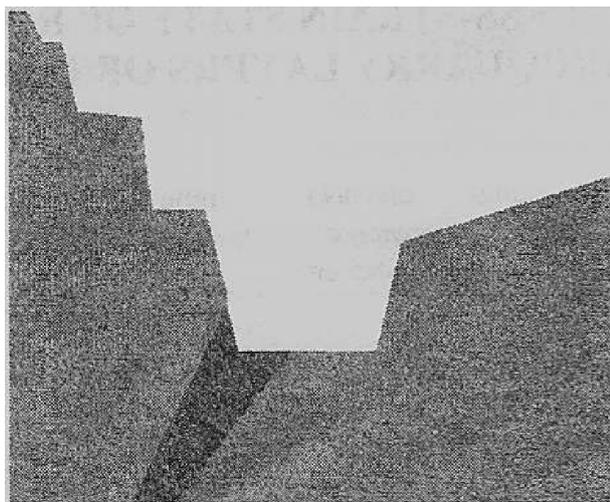


Рис.1. Проекция на вертикальную плоскость рудного тела 10-ю месторождения Тереккан, профиль 12.

Концентрация вертикальных напряжений возникает в пределах рудного тела. Горизонтальные напряжения концентрируются в пределах рудного тела в местах пересечения лежачего бока залежи с дном карьера, а также на месте пересечения дна карьера и левого борта.

Наибольшие значения вертикальных напряжений наблюдается в пределах рудной залежи на глубине, равной 0,5 ширины дна карьера, т.е. ниже глубины 10м. Здесь возникает зона наибольших вертикальных сжимающих напряжений, со значениями от 2,930МПа до 1,880МПа. Под дном карьера происходит снижение значений вертикальных напряжений, которые за пределами дна постепенно возрастают. (рис 2)



Рис.2. Распределение горизонтальных, вертикальных и касательных напряжений по разрезу 12.

Наибольшие значения горизонтальных сжимающих напряжений образуются в пределах рудного тела на глубине ниже Юм от дна карьера. Здесь образуется зона сравнительно повышенных сжимающих напряжений со значениями от 0,368 МПа до 0,580МПа.

Зона повышенных растягивающих напряжений возникает на месте пересечения дна и левого борта карьера. Эта зона распространяется по рудному телу до глубины, равной (0,4-0,5)  $N_0$  (где  $N_0$  ширина дна карьера). Значения этих напряжений в этой зоне меняется от 1,54МПа до ОДО БМПа.

Зона сравнительно небольших горизонтальных растягивающих напряжений в приповерхностной части левого борта распространяется до места пересечения висячего бока залежи и борта карьера.

Значения растягивающих напряжений в этой точке равняется 0,253 МПа.

Под дном карьера за пределами рудной залежи со стороны лежачего бока наблюдаются сжимающие напряжения, которые с глубиной переходят в растягивающие.

Далее осуществлена оценка напряженного состояния по сечению XIII-XIII. Количество узлов составляло 490, количество элементов -132.

Принятые параметры карьера для данного разреза: высота левого борта -75м, правого борта - 51м, ширина дна карьера -6,5м. Угол наклона правого борта -75° и левого борта -80°. Верхняя часть отработана карьером до отметки 1605м. Угол падения рудного тела в этом горизонте - 55°. (Рис.3).

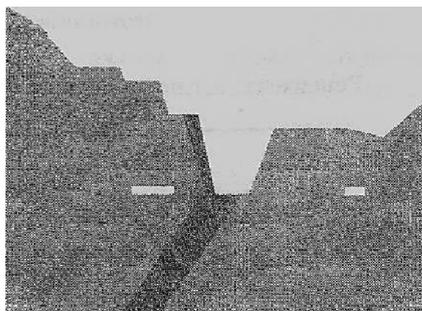


Рис.3. Проекция на вертикальную плоскость рудного тела 10-ю месторождения Тереккан, профиль 13

В данном случае концентрация вертикальных напряжений возникает в пределах рудной залежи со стороны висячего бока.



Рис.4. Распределение горизонтальных, вертикальных и касательных напряжений по разрезу 13.

Концентрация горизонтальных напряжений возникает на месте пересечения левого борта и дна карьера, такая же концентрация наблюдается вокруг выработки расположенной в левом борту со стороны висячего бока. Горизонтальные растягивающие напряжения наблюдаются над выработкой висячего бока и равняются от 1,86 МПа до 0,825 МПа. Под дном карьера также наблюдаются горизонтальные

напряжения растягивающего характера. Это зона распространяется по рудному телу до глубины, равной (2,46-2,60)  $N_0$ . Значения напряжений в этой зоне меняются от 1,20 МПа до 0,561 МПа (рис 4).

Таким образом, расчеты напряженного состояния Терекканского месторождения показывают, что горизонтальные напряжения концентрируются в пределах рудного тела в местах пересечения лежачего бока залежи с дном карьера, а также на месте пересечения дна карьера и левого борта (по разрезу XII).

Наибольшие значения вертикальных и горизонтальных напряжений наблюдается в пределах рудной залежи на глубине, равной 0,5 ширины дна карьера.

Зона повышенных растягивающих напряжений возникает на месте пересечения дна и высокого борта карьера. Эта зона распространяется по рудному телу до глубины, равной (0,4-0,5)  $N_0$  (по разрезу XII- XII), и до глубины, равной (2,46-2,60)  $N_0$  (по разрезу XIII-XIII).

#### Литература:

1. Кожогулов К.Ч., Алибаев А. П. Усенов К.Ж. Развитие геотехнологий при комбинированной разработке нагорных рудных месторождений.; изд. ЖАГУ. Жалал-Абад 2008.С.197
2. Проект отработки месторождения «Тереккан» комбинированным способом. Сводный том. Бишкек 2003. с.246.
3. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М.; «Недра» 1965 с.378.
4. Усманов С.Ф. Система моделирования напряженно-деформированного состояния горного массива и оценки устойчивости бортов карьеров. Бишкек, 2006.
5. Терметчиков М.К. Физико-механические свойства горных пород месторождений Киргизии и их корреляционный анализ. Фрунзе, 1979.
6. Айтматов И.Т. Избранные труды. Напряженное состояние породных массивов, техногенная геодинамика недр, геоэкология горных районов. Бишкек, «Илим», 2008. с.340.

Рецензент: к.т.н. Асилова З.А.