

Шамиев Ж.Б.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ
ПРИБОРТОВОГО МАССИВА ПОРОД ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ В
НАПРАВЛЕНИИ ОТ ЛЕЖАЧЕГО БОКА К ВИСЯЧЕМУ**

Zh.B. Shamiev

**RESEARCH OF STATE LIMP AT LATERAL MASSIF
AT CONDUCTING AN MINING WORKS IN A DIRECTION FROM A LYING
SIDE TO THE HANGING**

УДК:622.831

В статье исследовано напряженное состояние прибортового массива и дна карьеров. Показано, что при ведении горных работ от лежачего бока к висячему создаются наиболее благоприятные условия с точки зрения напряженного состояния массива.

In article the state limp at lateral massif and a bottom of open-cast mines is investigated. Is shown, what at conducting an mining works from a lying side to the hanging, are arise favourable conditions from the point of view of an massif's state limp.

Многие рудные месторождения Кыргызской Республики, расположены в гористой местности и распространяется на значительную глубину. Такие месторождение в большинстве случаев будут отработаны комбинированным способом.

Изучение напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьеров при комбинированной разработке месторождений имеет большое значение для прогнозирования горного давления и проектирования подземных и открытых сооружений.

Практика показывает, что выемка подкарьерных и прибортовых запасов полезных ископаемых вызывает перераспределение напряжений в массиве пород и приводит к снижению прочности и общей устойчивости бортов карьеров [1,2].

Комбинированной разработке месторождений характерна сложность геомеханической обстановки, выдвигающая очень сложные задачи по оценке напряженно-деформированного состояния массивов горных пород. Обеспечение эффективной и безопасной отработки месторождений невозможно без удовлетворительного решения этих задач.

При комбинированной разработке месторождений применяются различные порядки отработки подкарьерных запасов. При этом наиболее часто применяется порядок ведения горных работ в направлении от лежачего бока к висячему боку. На рис.1. показана схема комбинированной разработки рудного тела при ведении горных работ в направлении от лежачего к висячему боку.

Для оценки напряженного состояния используется метод конечных элементов. Для расчетов были приняты следующие параметры; глубина карьера- 100м, ширина дна 30м, угол левого борта- 45° , угол правого борта- 45° , угол падения рудного

тела- 60° , Ширина (мощность) рудного тела -10м, ширина выработки-4м, высота выработки -3м.

Для проведения расчетов приняты следующие физико-механические свойства руды: Модуль Юнга- $2,5 \cdot 10^4$ МПа, коэффициент Пуассона-0.3, объемный вес- $2,7 \text{ кН/м}^3$, сцепление-4,8 МПа, угол внутреннего трения- 26° .

Физико-механические свойства породы: Модуль Юнга - $2,35 \cdot 10^4$ МПа, коэффициент Пуассона -0.32, объемный вес - $2,5 \text{ кН/м}^3$, сцепление -4,72 МПа, угол внутреннего трения - $25,5^{\circ}$.

После проведения буровых выработок и выемки одной камеры, расположенной со стороны лежачего бока концентрация горизонтальных напряжений возникает в пределах рудного тела, между отработанной камерой и выработкой, концентрация также наблюдается между дном карьера и выработками.

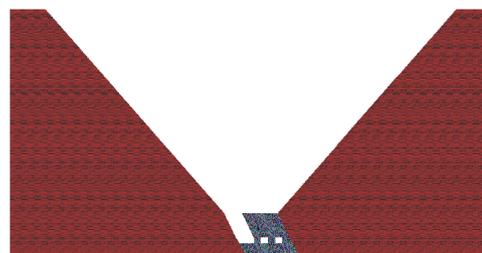


Рис.1. Схема комбинированной разработки рудного тела при ведении горных работ в направлении от лежачего бока к висячему.

Вокруг выработок существует зона растягивающих горизонтальных напряжений. Здесь между выработками значения растягивающих напряжений меняются от $0,0445 \text{ МПа}$ до $0,130 \text{ МПа}$. Между выработками на высоте $0,5h_b$ (h_b -высота выработки) от уровня подошвы выработок, растягивающие напряжения меняют свой знак и становятся сжимающими. Сжимающие напряжения здесь меняются от $0,069 \text{ МПа}$ до $0,283 \text{ МПа}$. Между отработанным пространством и выработкой существует зона сжимающих и растягивающих напряжений. Значения сжимающих напряжений в этой зоне составляют от $1,10 \text{ МПа}$ до $0,0813 \text{ МПа}$. Нижняя зона растягивающих напряжений ограничивается линией, проведенной по подошве выработок, а высота равняется $0,5 h_b$.

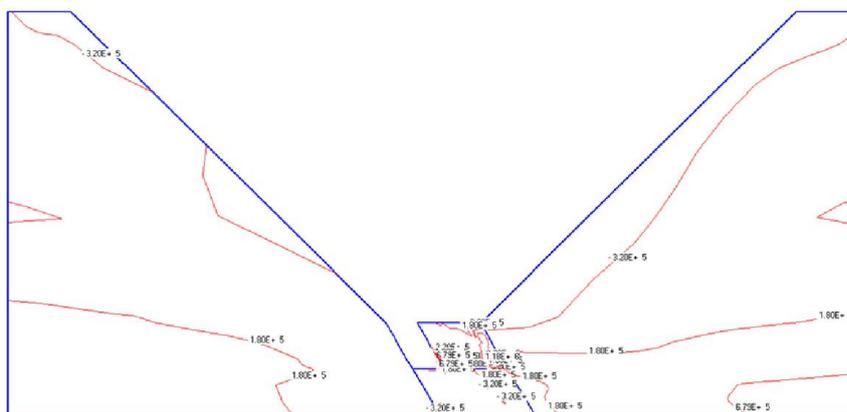


Рис.2. Распределение горизонтальных напряжений при ведении горных работ в направлении от лежачего бока к висячему.

На границе выработанного пространства и неотбитого массива на высоте, равной высоте выработок существует зона повышенных растягивающих напряжений. Значения напряжений в этой зоне составляют от 0,664МПа до 2,24МПа.

Со стороны висячего бока рудного тела между выработкой и границей руды и породного массива возникает зона с растягивающими напряжениями.

Нижняя граница этой зоны находится на уровне подошвы выработок, а верхняя простирается до высоты $4h_b$ (h_b -высота выработки).

Концентрация вертикальных напряжений возникает в области дна карьера в пределах рудного тела. Наибольшая концентрация этих напряжений находится между выработанным пространством и центральной выработкой, а также над выработкой,

расположенной со стороны висячего бока и ниже подошвы этой выработки. В пределах рудного тела вокруг выработками наблюдаются зоны пониженных сжимающих вертикальных напряжений и зоны с растягивающими напряжениями.

Сжимающие напряжения в этой зоне по сравнению с сжимающими вертикальными напряжениями, находящимися в зоне повышенных напряжений сжимаются от 1,5-2 (вокруг выработки, расположенной со стороны висячего бока) до 12-13 раза (над центральной выработкой).

Наименьшее значение вертикальных сжимающих напряжений при этом возникает непосредственно под дном карьера (0,0024МПа), под выработанной камерой (0,0298МПа) и центральной выработкой (0,0192МПа).

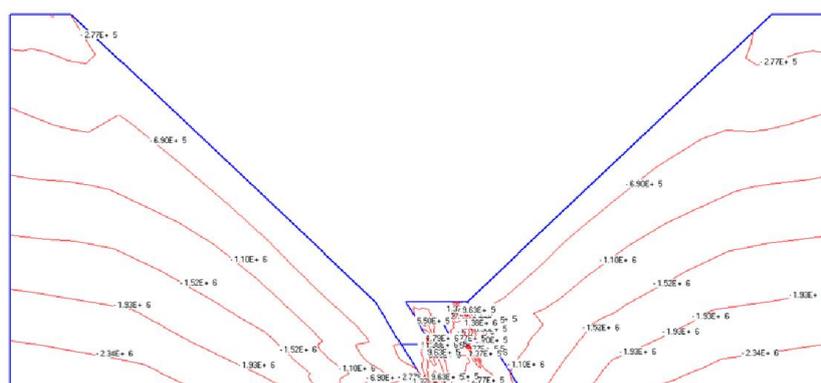


Рис. 3. Распределение вертикальных напряжений при ведении горных работ в направлении от лежачего бока к висячему.

Растягивающие вертикальные напряжения находятся в местах пересечения стенки и подошвы отработанной камеры и ниже камеры, между дном карьера и над выработкой у висячего бока, а также под этой выработкой.

В зоне пересечения стенки и подошвы отработанной камеры растягивающие напряжения максимальны и равны 1,68МПа. Ниже этой зоны напряжения уменьшаются и на глубине равной

ширине отработанной панели (камеры) сжимаются до 4 раза составляют 0,409МПа.

В зоне, расположенной между дном карьера и выработкой висячего бока растягивающие напряжения меняются от 0,036МПа до 1,28МПа. Непосредственно под этой выработкой растягивающие вертикальные напряжения равны 1,09МПа. На глубине равной ширине выработки вертикальные растягивающие напряжения уменьшаются 18,4 раза

пределами рудного тела на высоте от подошвы выработки, равной $2,5N_B$ появляется зона растягивающих вертикальных напряжений. Ширина этой зоны равняется ширине, неотбитой части дна карьера. Значения напряжений равны от $0,776\text{МПа}$ до $0,0979\text{МПа}$.

Над выработкой появляется зона растягивающих и сжимающих вертикальных напряжений. Непосредственно под выработкой существует зона растяжения, которая распространяется до высоты, равной высоте выработки. Под выработкой появляется еще одна зона растягивающих напряжений, которая распространяется до глубины, равной $1,75N_B$ или $2,3h_B$. Значения этих напряжений меняются в зависимости от глубины расположения от $1,77\text{МПа}$ до $0,0192\text{МПа}$. В зоне сжимающих вертикальных напряжений, находящейся непосредственно под подошвой выработки напряжения равны от $3,01\text{МПа}$ до $0,623\text{МПа}$

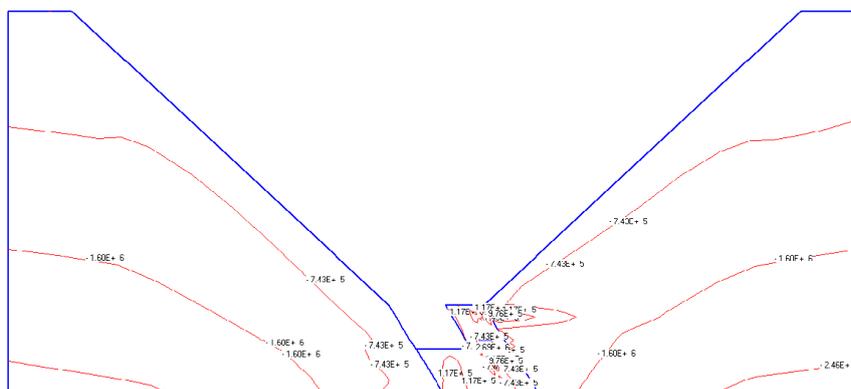


Рис. 6. Распределение вертикальных напряжений в прибортовом массиве после выемки двух камер.

Под отработанным пространством отмечены зоны растягивающих напряжений. При этом вдоль границы рудного тела на глубине равной $3,3N_{o.п.}$ ($N_{o.п.}$ -ширина выработанного пространства) отмечена зона пониженных сжимающих напряжений.

Максимальные касательные напряжения появляются непосредственно под выработкой. Значения этих напряжений в этой зоне меняются от $7,420\text{МПа}$ до $0,326\text{МПа}$. По глубине она распространяется до глубины, равной N_B .

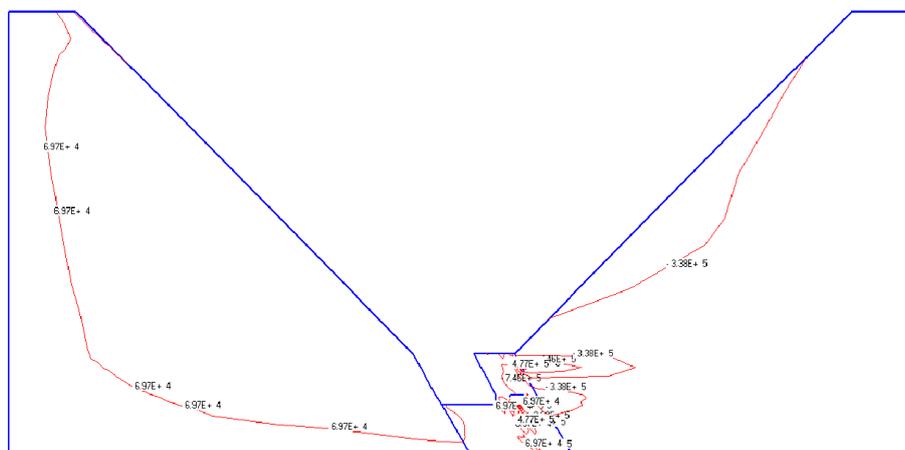


Рис. 7. Распределение касательных напряжений в прибортовом массиве после выемки двух камер.

Таким образом, изучение распределения напряжений показывает, что вокруг выработок и камер существуют зоны концентрации напряжений. Полученные результаты хорошо согласуются с результатами ранее проведенных исследований [3]. Расчеты показывают, что между выработанным пространством и выработкой существует зоны сжимающих и растягивающих напряжений. Зона сжимающих напряжений при этом наблюдается до высоты, равной половине высоты выработки. Над

выработкой образуются зоны растягивающих и сжимающих вертикальных напряжений. Со стороны висячего бока рудного тела между выработкой и границей породного массива возникает зона с растягивающими напряжениями.

По результатам расчетов можно заключить, что при ведении горных работ в направлении от лежачего к висячему боку создаются наиболее благоприятные условия с точки зрения напряженного состояния прибортового массива и дна карьеров.

Литература:

1. Казикаев Д.М. Особенности геомеханических задач при открыто-подземной разработке месторождений // Основные направления развития открыто-подземного способа разработки месторождений. - М., 1987,- С.30-33.
2. Алибаев А.П. Геомеханика и технология при комбинированной разработке рудных
3. месторождений. - Бишкек: «Инсанат», 2008. - 192 с.
4. Динник А.Н., Моргаевский А.Б., Савин Г.Н. Распределение напряжений вокруг подземных выработок // Труды совещания по управлению горным давлением. М.-Л.: Академиздат, 1938. – С. 7-55.

Рецензент: к.т.н., доцент Кошбаев А.А.
