

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВОГО МАССИВА И ДНА КАРЬЕРА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ В БОРТУ КАРЬЕРА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Исследовано напряженно-деформированное состояние припортового массива и дна карьера при комбинированной разработке рудных залежей. Выявлено влияние горизонтальных горных выработок на распределение напряжений в массиве пород.

Ключевые слова: рудные месторождения, геотехнология, горные породы.

STUDY OF STRESS-STRAIN STATE OF MASSIF AND THE BOTTOM OF THE QUARRY DURING A CAREER IN THE BOARD HORIZONTAL MINE WORKINGS

The stress-strain state of the massif and the bottom of the quarry at the combined mining of ore deposits. The effect of horizontal mine workings on the distribution of stresses in the rock mass.

Keywords: ore deposits, geotechnology, rocks.

Многие рудные месторождения нашей республики расположены в труднодоступных горных районах, рудные тела имеют сложные формы и распространяются на значительную глубину. В этих условиях многие из этих месторождений будут отработаны комбинированным способом.

При комбинированной разработке рудных месторождений проведение в борту карьера горных выработок изменяет первоначальное напряженное состояние массива. Ведение горных работ приводит к появлению повышенных сжимающих напряжений в одних частях массива, происходит концентрация напряжений, а в других частях массива могут появиться растягивающие напряжения [1].

Для исследования и оценки напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьеров рассматриваются и сравниваются напряженное состояние массива пород при различных условиях ведения горных работ.

Для расчета напряжений нами были приняты следующие параметры: Карьер расположен в косогорье: высота его правого борта равна 71м, левого борта -130м, угол наклона обоих бортов-50 град., ширина дна карьера -30м. Ширина горизонтальных горных выработок, пройденных в борту карьера на высоте 20м от его дна, составляет 4м, высота равна -3м, расстояние между вертикальными осями выработок составляет 10м, угол падения рудного тела 45 град., мощность рудного тела равна 75м (рис.1).

Использованы следующие физико-механические свойства руды и породы. Порода: модуль Юнга-235000000 Па, коэффициент Пуассона-0,32, объемный вес 25000 Н/м, сцепление 4720000 Па, угол внутреннего трения 25,5 гр; руда: модуль Юнга-250000000 Па, коэффициент Пуассона-0,3, объемный вес 27000 Н/м, сцепление 4800000 Па, угол внутреннего трения 26гр.

Для расчета напряжений использован метод конечных элементов. При этом для сравнения рассматривались случаи: до проведения горизонтальных горных выработок и после проведения выработок.

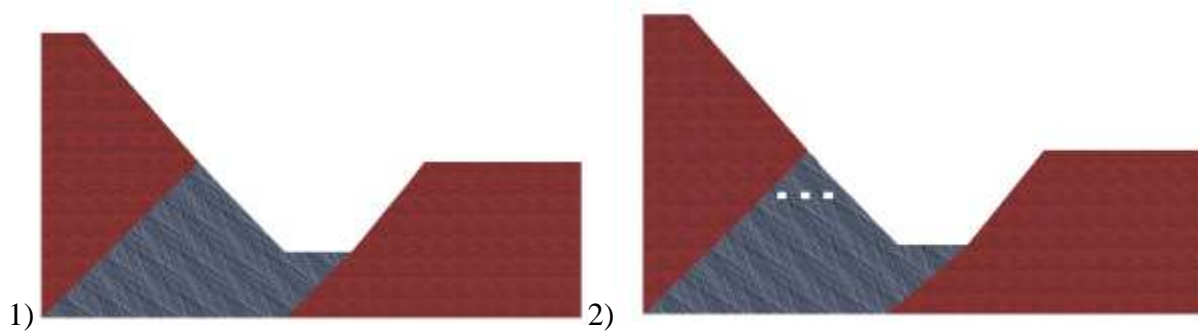


Рис. 1. Неоднородный массив: 1- до начала подземных горных работ , 2- после проведения выработок.

До начала подземных горных работ, как было рассмотрено нами ранее, в прибортовом массиве неоднородного сложения на дне карьера наблюдаются горизонтальные растягивающие напряжения, в других частях возникает сжимающее напряженное состояние. Проведение трех горизонтальных выработок приводит к изменению напряженного состояния. Вокруг выработок образуется зона повышенной концентрации напряжений. Над выработками наблюдаются растягивающие горизонтальные напряжения, значения этих напряжений меняются от 0,070МПа до 0,187МПа. Такая же зона с растягивающими горизонтальными напряжениями возникает и возле стенок выработок со значениями от 0,016МПа до 0,291МПа. В левом и правом бортах на уровне дна карьера образуются две зоны с растягивающими напряжениями.

Первая зона расположена на месте пересечения правого борта и дна карьера, вторая зона находится в левом высоком борту под выработками и на глубине от 20 до 30м от уровня почвы выработок. В данном случае на месте пересечения левого борта и дна карьера наблюдаются сжимающие горизонтальные напряжения. Наличие выработок привело к исчезновению растягивающих напряжений, существовавших в этой зоне при отсутствии выработок и расположенных на уровне дна карьера.

Вертикальные напряжения являются сжимающими, однако при проведении в борту карьера горных выработок напряженное состояние прибортового массива меняется. Над выработками образуются незначительные по размеру растягивающие напряжения, которые расположены над выработками. По мере удаления от борта в глубину массива размеры и величины этих напряжений уменьшаются. Наиболее высокие значения растягивающих напряжений (0,714МПа до 0,275МПа) и размеры зоны растяжения наблюдаются над первой от борта выработки, над центральной выработкой значения напряжений (от 0,390МПа до 0,215МПа) и размеры зоны уменьшаются почти в 2 раза. Над последней выработкой наблюдается снижение значений сжимающих напряжений, однако здесь изменение знака напряжений не происходит. Над центральной выработкой в непосредственной близости к поверхности образуется еще одна зона растягивающих напряжений, возникновение которой связано с влиянием последней выработки. Значение растягивающих напряжений в этой зоне равняется 0,513МПа.

До проведения выработок наибольшая концентрация вертикальных напряжений приурочена к району ниже дна карьера. На дне карьера вертикальные напряжения меняются от 0,152МПа до 0,186МПа.

Наибольшая концентрация касательных напряжений до проведения выработок возникает под дном карьера и на пересечении левого борта с дном карьера. Максимальные значения касательных напряжений под дном карьера принимают значения 0,322 МПа, т.е. увеличилось 8 раз, чем в случае с тремя выработками.

При проведении трех выработок концентрация касательных напряжений наблюдается вокруг проведенных горизонтальных выработок.

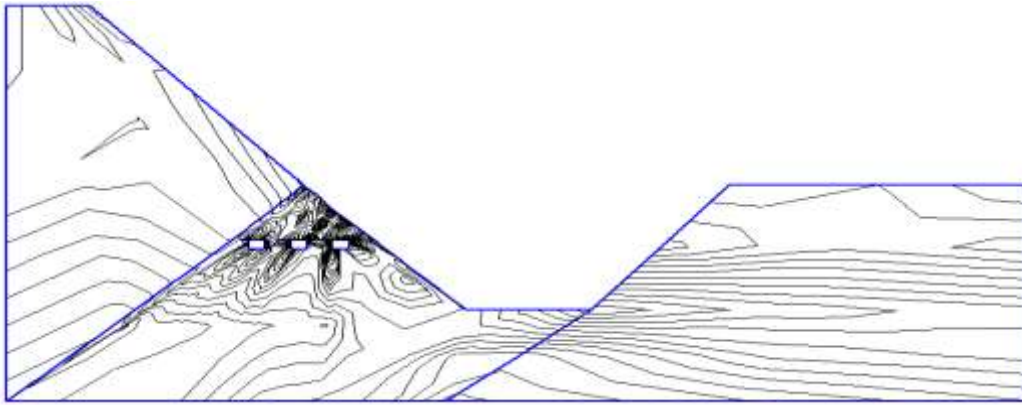


Рис.2. Распределение горизонтальных напряжений при проведении выработок.

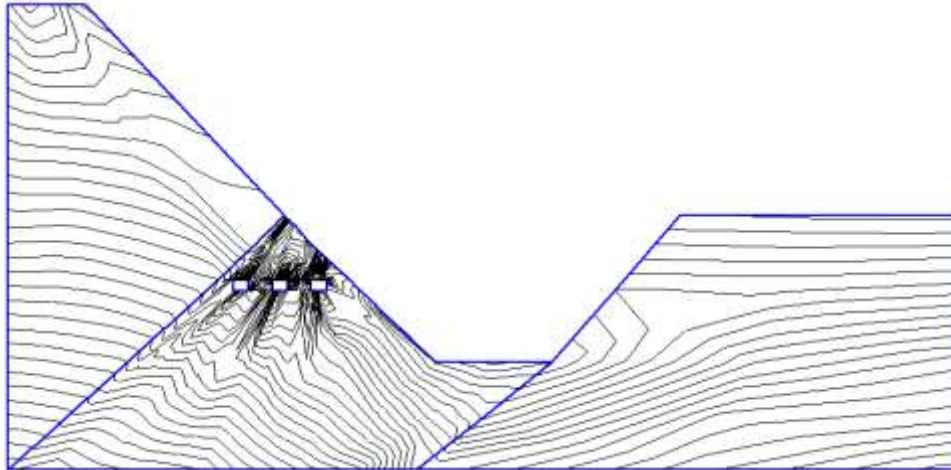


Рис.3. Распределение вертикальных напряжений при проведении выработок.

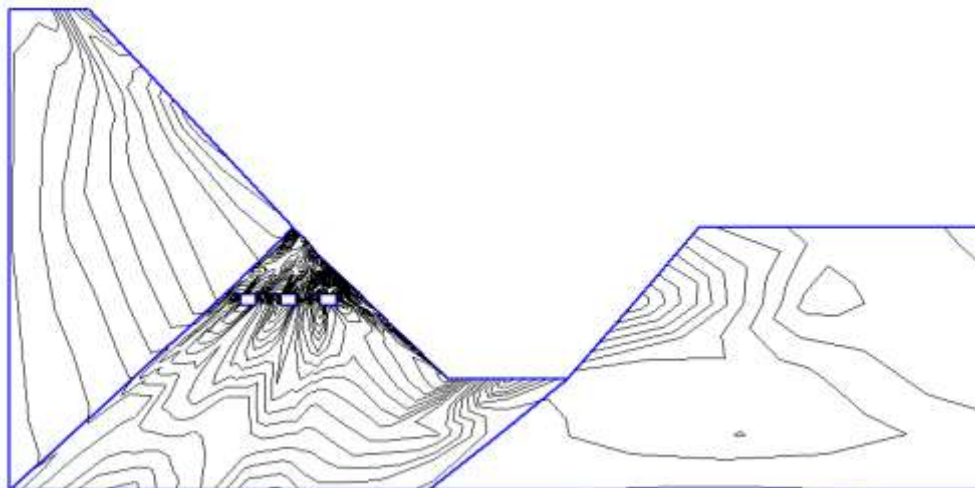


Рис. 4. Распределение касательных напряжений при проведении выработок.

Изучение распределения напряжений показало, что под выработками наблюдаются горизонтальные сжимающие напряжения.

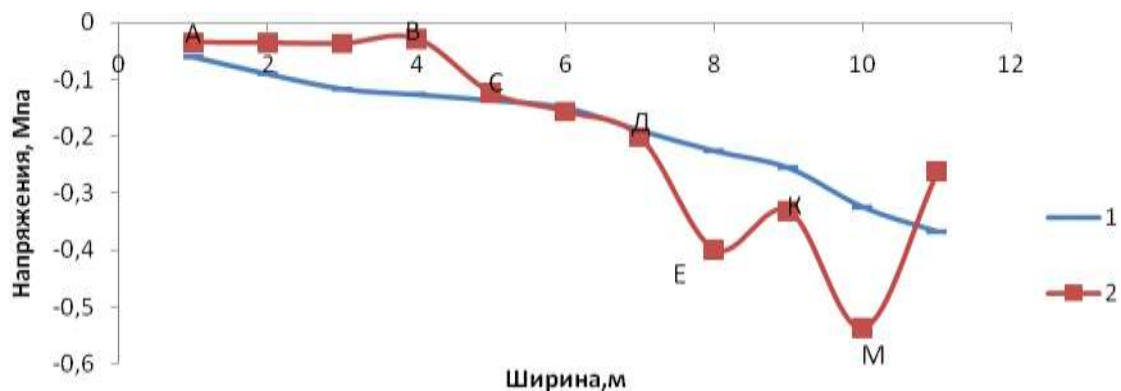


Рис.5. Зависимость изменения горизонтальных напряжений: 1- до начала подземных горных работ, 2- при проведении горизонтальных выработок.

Как видно из рис.5, горизонтальные напряжения до проведения выработок постепенно уменьшаются. Проведение горизонтальных выработок приводит к изменению в распределении напряжений. Заметно, что наличие выработки провоцирует резкое снижение горизонтальных сжимающих напряжений (участки отрезков ВС, ДЕ, КМ). В зоне между выработками происходит плавное снижение значений напряжений в сторону выработанного пространства карьера, что связано с изменением вертикальной нагрузки.

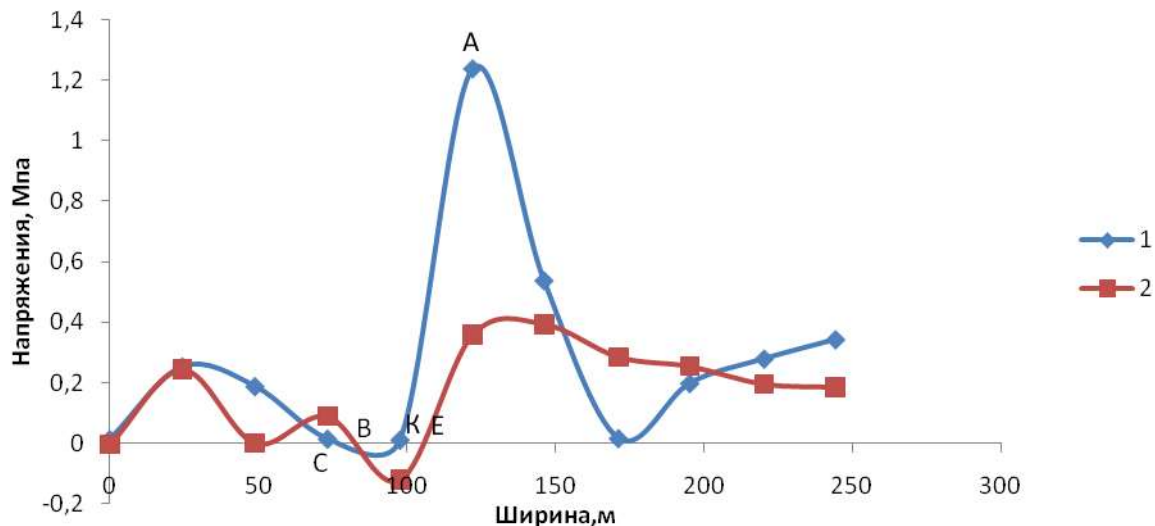


Рис.6. Распределение горизонтальных напряжений на уровне дна карьера: 1- до начала подземных горных работ, 2- после проведения выработок.

Исследования распределения напряжений на уровне дна карьера показывают, что напряжения в зависимости от местоположения являются сжимающими или растягивающими (рис.6).

В массиве дна карьера до начала подземных горных работ наблюдаются максимальные значения растягивающих напряжений (точка А). Под левым бортом (участок СК) возникает небольшой участок со сжимающими горизонтальными напряжениями.

После проведения выработок значения растягивающих горизонтальных напряжений значительно уменьшаются. На месте пересечения левого борта и дна карьера (участок ВЕ) наблюдаются горизонтальные сжимающие напряжения.

Таким образом, анализ распределения напряжений показывает, что проведение выработок приводит к снижению значений растягивающих напряжений в массиве дна карьера. В то же время на месте пересечения левого, более высокого борта и дна карьера появляется зона со сжимающими напряжениями.

Проведение выработок оказывает существенное влияние на характер распределения напряжений, что в свою очередь вызывает изменение напряженного состояния пород прибортого массива и дна карьеров.

Литература:

1. Кожогулов К.Ч., Алибаев А.П., Усенов К.Ж. Развитие геотехнологий при комбинированной разработке нагорных рудных месторождений, Бишкек-Жалалабат, 2008.-189с.
2. Терметчиков М.Н. Физико-механические свойства горных пород месторождений Киргизии и их корреляционный анализ, Фрунзе: Илим, 1979.- 136 с.
3. Айтматов И.Т. Напряженно-деформированное состояние горных пород при добыче полезных ископаемых в гидротехническом строительстве, Фрунзе: Илим, 1973.- 124 с.