

ИЗУЧЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ДНА КАРЬЕРА ПРИ ОТРАБОТКЕ ПОДКАРЬЕРНЫХ ЗАПАСОВ

Осмонова Нургул Таштановна, к.т.н., доцент, ЖАГУ, Кыргызстан, 715600, г.Джалал-Абад, ул.Ленина 57, Тел: 03722-2-09-28, e-mail: n_osmonova@mail.ru

Алибаев Атабек Пахырович, д.т.н., профессор, ЖАГУ, Кыргызстан, 715600, г.Джалал-Абад, ул.Ленина 57, Тел: 03722-5-04-55, e-mail: alibaev68@mail.ru

Усенов Кенешбек Жумабекович, ЖАГУ, д.т.н., профессор, ЖАГУ, Кыргызстан, 715600, г.Джалал-Абад, ул.Ленина 57, Тел: 03722-5-04-55, e-mail: usenov@rambler.ru

Аннотация: В статье приведены результаты изучения напряженно-деформированного состояния массива пород дна карьера при отработке комбинированным способом. Известно, что при комбинированной разработке рудных месторождений проведение выработок под дном карьера изменяет первоначальное напряженное состояние массива. Для исследования и оценки напряженно-деформированного состояния массива дна карьера рассматриваются напряженное состояние массива пород согласно разработанной технологии. Для моделирования напряженного состояния подкарьерного массива использована программа «Stress». Моделирование при этом выполнялось методом конечных элементов.

Извлечение подкарьерных запасов открытыми камерами приводит к увеличению горизонтальных растягивающих и касательных напряжений между висячим боком рудного массива и стенами выработанного пространства.

Закономерности, установленные при изучении напряженно-деформированного состояния массива под карьером позволяют судить о геомеханическом состоянии массива. Полученные результаты могут быть использованы для оценки устойчивости массива, а также о целесообразности применения разработанного нового способа выемки запасов подкарьерной зоны при комбинированной разработке рудных месторождений.

Ключевые слова: Напряженно-деформированное состояние, массив, комбинированный способ, карьер, подкарьерная зона, дно карьера, запасы, подэтажи, выемка.

STUDY OF THE STRESSED-DEFORMED STATE OF THE CAREER DENSE MASSIVE IN THE PROCESSING OF SUBSECURITY RESERVES

Osmonova Nurgul Tashtanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, JASU, Kyrgyzstan, 715600, Jalal-Abad, Lenina 57, Tel: 03722-2-09-28, e-mail: n_osmonova@mail.ru

Alibaev Atabek Pahirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, JASU, Kyrgyzstan, 715600, Dzhahal-Abad, Lenina 57, Tel: 03722-5-04-55, e-mail: alibaev68@mail.ru

Usenov Keneshbek Zhumabekovich, JASU, Kyrgyzstan, 715600, Jalal-Abad, Lenina 57, Tel: 03722-5-00-22, e-mail: usenov@rambler.ru

Abstract: The article presents the results of studying the stress-strain state of the rock mass in the bottom of the quarry when working in a combined way. It is known that in the combined development of ore deposits, workings under the pit of the quarry change the initial stressed state of the massif. To study and evaluate the stress-strain state of the bottom of the pit, the stressed state of the rock mass is considered according to the developed technology. To simulate the stress state of the subarray array, the Stress program is used. The simulation was carried out by the finite element method.

Extraction of the underpasses by open chambers leads to an increase in the horizontal tensile and shearing stresses between the hanging edge of the ore massif and the walls of the worked out space.

The patterns established during the study of the stress-strain state of the massif under the quarry make it possible to judge the geomechanical state of the massif. The obtained results can be used to assess the stability of the array, as well as the advisability of using the developed new method of excavating the reserves of the subbarrier zone in the combined development of ore deposits.

Key words: Stress-strain state, massif, combined method, quarry, subbarrier zone, bottom of quarry, reserves, sub-floors, excavation.

При проектировании карьеров следует учитывать влияние основных геологических и горнотехнических факторов на распределение напряжений в массиве пород. В связи с вышеизложенным, исследование напряженно-деформированного состояния под карьером является важной научно-технической задачей.

После проведения всех подэтажных выработок в подкарьерном массиве напряженно-деформированное состояние массива меняется [12]. Для изучения напряженно-деформированного состояния массива пород дна карьера рассматривается напряженное состояние массива пород при различных условиях ведения горных работ. Для моделирования напряженно-деформированного состояния были приняты следующие параметры карьера: высота правого борта 160м, левого борта – 100м, ширина дна карьера – 30м. Угол наклона правого и левого бортов – 50°. Моделирование при этом выполнялось методом конечных элементов[12]. Были приняты следующие физико-механические свойства вмещающих пород и зоны рудной минерализации (табл. 1):

Таблица 1.-Физико-механические свойства руды и вмещающих пород [10]

материал	модуль Юнга, Е МПа	коэффициент Пуассона, μ	объемный вес, γ , Н/м ³	Угол трения, ϕ град	Сцепление, С, МПа
порода	3,5*10 ⁴	0,2600	26600	40	12,5
руда	2,1*10 ⁴	0,2300	27900	41	11,5

Расчеты показывают что в данном случае концентрация вертикальных напряжений наблюдается в пределах рудной залежи вокруг горизонтальных горных выработок. В прибортовом массиве вертикальные напряжения с ростом глубины залегания рассматриваемой зоны или участка постепенно увеличиваются [5].

Горизонтальные напряжения концентрируются в рудной залежи вокруг выработок, а в прибортовом массиве концентрация наблюдается на уровне дна карьера, и на уровне расположения подэтажных выработок. По всему рассматриваемому участку существуют горизонтальные напряжения, которые в прибортовом массиве на уровне дна карьера и под дном карьера становятся растягивающими. Под дном карьера максимальные растягивающие напряжения составляют 2,520МПа. Растягивающие напряжения наблюдаются в массиве первого подэтажа в районах выше подэтажных выработок. Здесь их значения равняются от 1,220МПа до 0,058МПа. Ниже подэтажных выработок первого подэтажа в основном преобладают горизонтальные сжимающие напряжения. Особенно они заметны в нижнем правом углу со стороны висячего бока. Значения этих напряжений в этой области колеблется от 0,907МПа до 0,484МПа (рис.1). На уровне выработок первого и второго подэтажей со стороны лежачего бока возникают зоны сжимающих напряжений.

Максимальные значения касательных напряжений концентрируются в пределах рудного тела вокруг выработок. Под дном карьера выше выработок их значения составляют до 1,340МПа. В правом высоком борту наибольшие значения максимальных касательных напряжений возникают в приповерхностной части массива борта на высоте от уровня дна карьера, равной $(1,5-1,8)H_d$ (где H_d - ширина дна карьера).

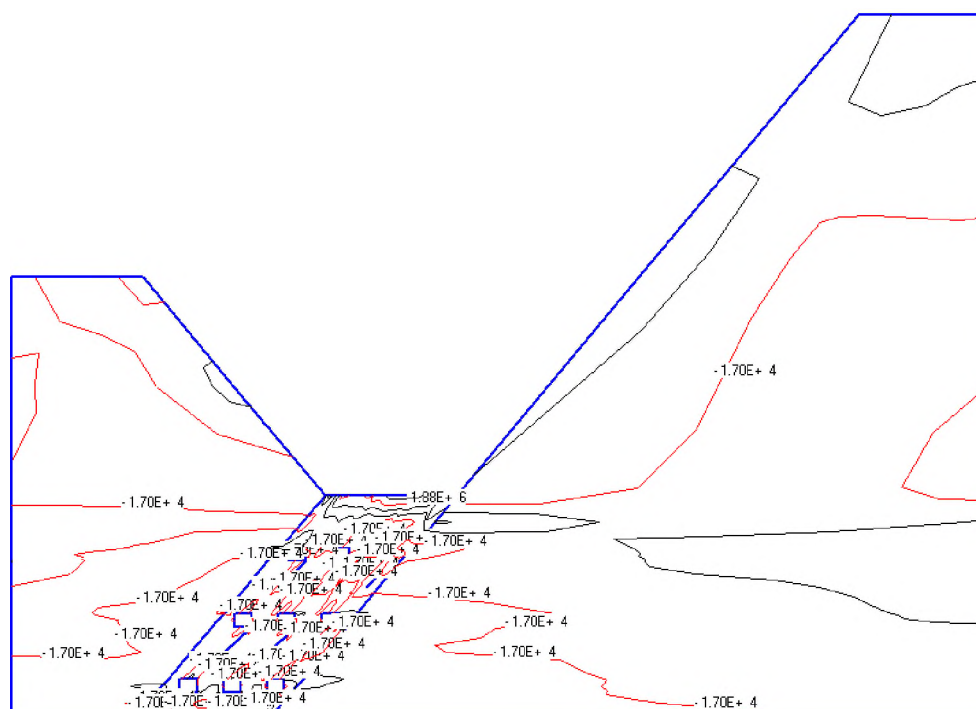


Рис.1. Распределение горизонтальных напряжений в массиве пород до начала очистных работ

После выемки запасов первоочередного очистного блока первого подэтажа концентрация вертикальных напряжений происходит в пределах массива рудного тела, и смещаются в основном на нижние подэтажи и за пределами рудного тела в сторону лежачего бока правого высокого борта. Висячем боку за пределами рудного тела образуется зона концентрации вертикальных напряжений высотой, равной высоте подэтажа. На первом подэтаже в массиве между выработкой и стенкой выработанного пространства происходит разгрузка значений вертикальных напряжений, что связано со снятием вышележащей нагрузки.

В данном случае в пределах первого подэтажа и на его уровне происходит концентрация горизонтальных напряжений. Во втором подэтаже концентрация наблюдается со стороны висячего бока залежи и за пределами залежи в виде узкой полосы на уровне дна выработанного пространства высотой, равной высоте выработки.

В массиве будет существовать горизонтальные напряжения сжимающего и растягивающего характера (рис.2.). Сжимающие напряжения под дном карьера находятся в левом борту за пределами рудной залежи на уровне подошвы выработанного пространства. Максимальные их значения составляют от 0,362МПа до 1,460МПа. Под отработанным пространством возникает зоны сжимающих и растягивающих напряжений, причем со стороны висячего бока существуют сжимающие, а в обратную сторону - растягивающие напряжения. Сжимающие меняются от 1,07МПа до 0,628МПа. Растягивающие меняются до 2,140МПа.

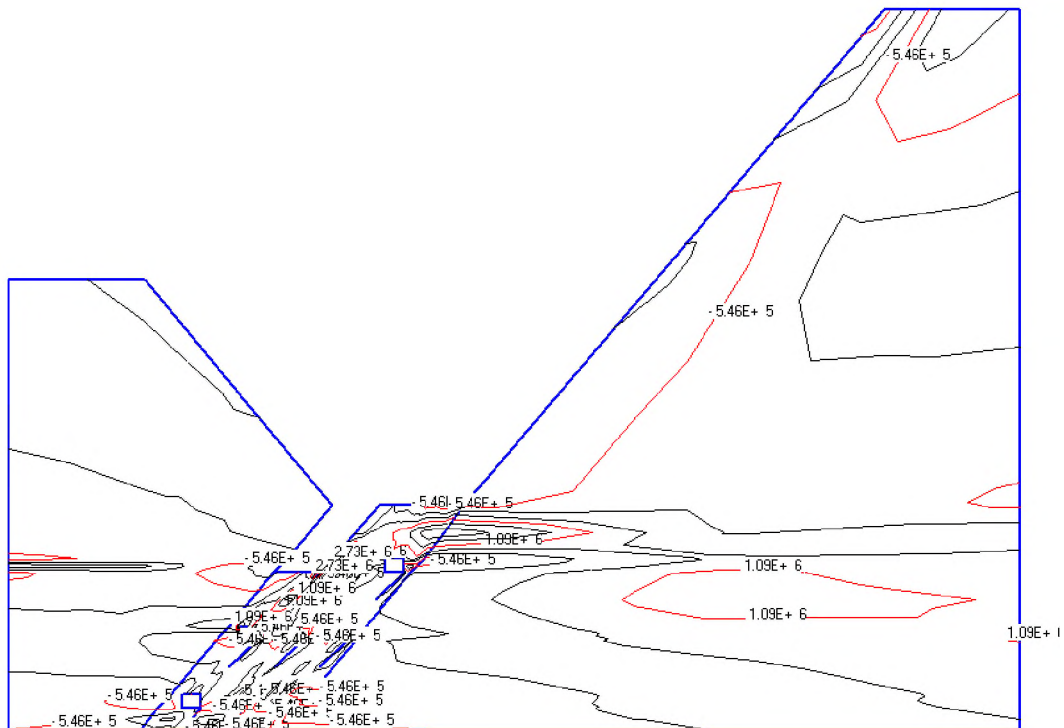


Рис. 2. Распределение горизонтальных напряжений в массиве пород после начала очистных работ

Начиная с глубины, равной p_0 (где p_0 - ширина отработанного пространства) возникают растягивающие напряжения, которые распространяются до подэтажных выработок нижнего подэтажа. Их значения здесь составляют от 0,551МПа до 2,220МПа.

В массиве между подэтажной выработкой и стенкой отработанного пространства существует зона повышенных растягивающих напряжений. Значение этих напряжений в этой зоне составляет от 3,10МПа до 0,387МПа. Верхняя граница этой зоны распространяется до поверхности дна карьера. Со стороны лежачего бока в пределах рудного тела и за его

пределами на высоте, равной 1,25 ширины выработки, т.е., на высоте 1,25 n в возникает еще одна зона повышенных растягивающих напряжений. Здесь значения растягивающих горизонтальных напряжений меняются от 3,420МПа до 1,110МПа. Появление этой зоны связано с отработкой блока в висячем боку. До отработки блока эта зона находилась в пределах залежи под дном карьера .

На месте пересечения подошвы отработанного пространства и границы висячего бока залежи образуется зона повышенных горизонтальных сжимающих напряжений. Значения напряжений в этой зоне меняются от 1,240МПа до 1,00МПа. Ниже этой зоны в массиве между отработанным пространством и выработками нижнего подэтажа существуют сжимающие и растягивающие горизонтальные напряжения. Под первой половиной ширины выработанного пространства, находящейся со стороны висячего бока возникают сжимающие напряжения со значениями от 1,150МПа до 0,165МПа. Ниже второй половины выработанного пространства до выработок второго подэтажа наблюдаются горизонтальные растягивающие напряжения. Горизонтальные растягивающие напряжения здесь меняются от 2,290МПа до 1,116МПа над выработкой и от 2,260МПа до 1,510МПа под выработанным пространством.

В правом высоком борту на уровне первого подэтажа существует зона растягивающих горизонтальных напряжений, которая находится при удалении вглубь массива по горизонтали на расстояние, равное (2,0-3,0) N_d (где N_d –ширина дна карьера).

Наибольшие значения горизонтальных напряжений в этом борту находится в приповерхностной части борта карьера на высоте, равной 1,73 ширины дна карьера, т.е. на высоте 1,73 N_d . Значения этих напряжений составляют от 1,22МПа до 1,00МПа.

Наибольшие значения максимальных касательных напряжений находятся в массиве между выработанным пространством и подземной выработкой (от 2,550МПа и ниже), а также на границе лежачего бока залежи в пределах первого подэтажа (от 2,730МПа и ниже) и в массиве правого борта на высоте от кровли выработки, равной (2,0-2,5) n ширины выработки (от 3,150МПа до 1,810МПа). Такие же значения максимальных касательных напряжений наблюдаются и в зоне между подошвой отработанного пространства и выработками второго подэтажа (от 2,020МПа до 1,340МПа).

Выводы

При выемке запасов первоочередного блока, расположенного со стороны висячего бока, в висячем боку за пределами рудной залежи на уровне подошвы выработанного пространства образуется зона горизонтальных сжимающих напряжений. Под очистным пространством возникают зоны сжимающих и растягивающих напряжений, причем со стороны висячего бока существуют сжимающие, а в обратную сторону - растягивающие напряжения. При этом, начиная с глубины, равной ширине очистного пространства возникают растягивающие напряжения, которые распространяются до подэтажных выработок нижнего подэтажа. Со стороны лежачего бока в пределах рудного тела и за его пределами на высоте, равной 1,25 ширины выработки возникает еще одна зона повышенных растягивающих напряжений. В лежачем боку со стороны правого высокого борта на уровне первого подэтажа возникает зона растягивающих горизонтальных напряжений, которая находится при удалении вглубь массива по горизонтали на расстояние, равное 2,0-3,0 ширина дна карьера.

Максимальные значения касательных напряжений находятся в массиве между выработанным пространством и подземной выработкой, а также на границе лежачего бока залежи в пределах первого подэтажа и в массиве правого борта на высоте от кровли выработки, равной (2,0-2,5) ширины выработки. Такие же значения максимальных касательных напряжений наблюдаются и в зоне между подошвой выработанного пространства и выработками второго подэтажа.

Полученные закономерности при изучении напряженно-деформированного состояния массива под карьером позволяют судить о геомеханическом состоянии массива. езультаты могут

быть использованы для оценки устойчивости массива, а также о целесообразности применения разработанного нового способа [5] выемки запасов подкарьерной зоны при комбинированной разработке рудных месторождений.

Список литературы:

1. Алибаев А.П. Оработка подкарьерных запасов полезных ископаемых в условиях комбинированной разработки. А.П.Алибаев, Н.Т.Осмонова, К.Ж. Усенов// Известия ВУЗов, - Бишкек, 2012, №6, С.12-14.
2. Алибаев А.П. Способы отработки днищ карьеров при комбинированной разработке рудных месторождений А.П. Алибаев Вестник ЖаГУ, №5, -Жалалабат: 2005, - С.51-56.
3. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка рудных месторождений Д.М. Казикаев -М: Горная книга. 2008 – 360 с.
4. Кожогулов К.Ч. Геомеханические основы и технология при комбинированной разработке крутопадающих месторождений. К.Ч. Кожогулов., К.Ж. Усенов., А.П. Алибаев. Бишкек, КГ-МИ, 1999, с.186.
5. Осмонова Н.Т., Оработка подкарьерных запасов полезных ископаемых в условиях комбинированной разработки. А.П. Алибаев, Н.Т. Осмонова, К.Ж. Усенов// Известия ВУЗов, - Бишкек, 2012, №6, С. 12-14.
6. Осмонова Н.Т., Применение средств информационных технологий при изучении напряженно-деформированного состояния подкарьерных массивов горных пород. Н.Т. Осмонова., З.А. Асилова., К.Ж. Усенов.
7. Осмонова Н.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород при отработке подкарьерных запасов месторождения Тереккан. Н.Т. Осмонова Известия ВУЗов, - Бишкек, 2012, №5, С.41-44.
8. Осмонова Н.Т., Способ комбинированной разработки крутопадающих залежей полезных ископаемых Н.Т. Осмонова, А.П. Алибаев, К.Ж. Усенов- Изденис, Алма-Ата, 2012, №4, С.101-104.
9. Осмонова Н.Т., Краткая горно-геологическая характеристика и анализ физико-механических свойств месторождений Тереккан и Терек Н.Т. Осмонова Наука и новые технологии – Бишкек, 2012, №4, С.75-76.
10. Терметчиков М.Н. Физико-механические свойства горных пород месторождений Киргизии и их корреляционный анализ / М.Н.Терметчиков.- Фрунзе: Илим, 1979.- 136с.
11. Усманов С.Ф. Система моделирования напряженно-деформированного состояния горного массива и оценки устойчивости бортов карьеров Усманов С.Ф.- Бишкек, 2006.- 26 с.
12. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике / А.Б.Фадеев – М.: Недра, 1987. – 221с.