

КАРЬЕРДИН КАПТАЛ ЖАКТАРЫНДА ТОО КАЗМАЛАРЫН ӨТҮҮДӨГҮ
ЧЫҢАЛУУНУН БӨЛҮШТҮРҮЛҮҮСҮ

Алибаев Атабек Пахырович, д.т.н., профессор
682802@rambler.ru

Маматова Гульшаир Тыныбековна
gulshair_mam@mail.ru

Б.Осмонов ат. ЖАМУ, Кыргыз Республикасы

Аннотация: Рудалык тулкуларды биргелешип казып алууда тоо массивинин чыңалуу-деформациялык абалын изилдөө актуалдуу маселе болуп саналат. Бир тектүү эмес курамдагы тоо массивинин чыңалуу абалын аныктоо үчүн программалык камсыздоо колдонулган. Моделдөө акыркы элементтер ыкмасы менен аткарылган. Карьердин капталындагы тоо казмаларынын жайгаштыруунун ар кандай учурлары каралды. Алынган натыйжалар иштетилген жерлердин айланасындагы тоо массивинин чыңалып деформацияланган абалынын өзгөрүшүнө алып келерин көрсөтүп турат.

Негизги сөздөр: кеңдер, пайдалуу кеңдер, тоо-кен казып алуу, ачык жер астындагы ыкма, аралаш иштетүү, массив, чыңалуу, иштетүү, тоо тектери, моделдөө.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ПРИБОРТОВОМ МАССИВЕ КАРЬЕРА ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ ВЫРАБОТОК

Алибаев Атабек Пахырович, д.т.н., профессор
682802@rambler.ru

Маматова Гульшаир Тыныбековна
gulshair_mam@mail.ru

ЖАГУ им. Б.Осмонова, Кыргызская Республика

Аннотация: Исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при комбинированной отработке рудных тел является актуальной задачей. Для моделирования напряженного состояния породного массива прибортовой зоны неоднородного сложения использованы программные обеспечения. Моделирование при этом выполнялось методом конечных элементов. Рассматривались различные случаи расположения выработок в борту карьера. Полученные результаты показывают, что проведение выработок приводит к изменению напряженно-деформированного состояния массива пород вокруг выработок.

Ключевые слова: месторождения, полезные ископаемые, добыча, открыто-подземный способ, комбинированная разработка, массив, напряжение, выработка, горные породы, моделирование.

STRESS DISTRIBUTION IN NEAR-SIDE ARRAY DURING THE WORKINGS

Alibaev Atabek Pachyrovich, doctor of technical sciences, professor, 682802@rambler.ru

Mamatova Gulshair Nynybekovna, candidate of technical sciences, gulshair_mam@mail.ru

JASU named after B. Osmonov, Jalal-Abad city, Kyrgyz Republic

Abstract: Research of stress-strain state of a rock mass during combined mining of ore bodies is an urgent problem. Computer software was used to simulate the stress state of the rock mass of a heterogeneously composed edge zones. Modeling was made by the method of finite element. It has explored various cases of location of workings in open pit slopes. The results

show that carrying out workings leads to a change in the stress-strain state of the rock mass around the workings.

Keywords: *deposits, minerals, mining, open underground method, combined exploitation, massif, straining, workings, rocks, modeling.*

В настоящее время резко возросла интенсивность добычи полезных ископаемых, залегающих в сложных горно-геологических условиях. Месторождения, расположенные в таких условиях в большинстве случаев распространяются на значительную глубину и будут отработаны комбинированным открыто-подземным способом. [1].

С увеличением горного давления, изменением прочностных свойств и структурных особенностей горного массива появляются определенные трудности в эффективной технологии комбинированной разработки месторождений.

При комбинированной разработке месторождений происходит перераспределение напряжений, повышение уровня концентрации напряжений в прибортовом массиве и дна карьера [2].

Как известно при проведении горных работ происходит нарушение начального напряженного состояния породных массивов. Горные породы вокруг выработки перемещаются в сторону выработанного пространства, где величина этих перемещений тем больше, чем ближе горные породы расположены к породному обнажению, т.е. породный массив деформируется. Изменения деформации растяжения в направлении выработки сопровождаются изменениями деформаций сжатия во взаимно перпендикулярных направлениях. Деформации растяжения и сжатия горных пород, возникшие вокруг выработки, указывают появление соответствующих по знаку и величине дополнительных напряжений, которые искажают или нарушают начальное напряженное состояние породных массивов [3].

Появляется новое напряженно-деформированное состояние вокруг горных выработок, которое отличается от первоначального вокруг контура выработок и практически не отличается вдали от контура, т.е. возникает исходное напряженное состояние.

При условии если новое напряженно-деформированное состояние превышает некоторый предельный для породного массива уровень, то начинается его разрушение, которое в свою очередь изменяет напряженно-деформированное состояние вокруг выработок. Концентрация напряжений или опорное давление смещается вглубь массива, разгружая его приконтурную область.

Многие исследования напряженно-деформированного состояния массива пород при разработке месторождений полезных ископаемых указывают, что наиболее высокие горизонтальные напряжения, превосходящие по своей величине вертикальные напряжения, характерные для регионов, где наблюдается поднятие земной коры или горизонтальное сжатие. В связи с этим, исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород при комбинированной отработке рудных тел является актуальной задачей.

Расчеты напряженного состояния массива пород осуществлялись применительно к условиям комбинированной отработки Терекканского месторождения.

Для определения напряженно-деформированного состояния и устойчивости массива пород прибортовой зоны в данное время все более широкое применяются вычислительные методы. Эти методы в основном основываются на численном моделировании напряженно-деформированного состояния массива пород[4].

Для моделирования напряженного состояния породного массива прибортовой зоны неоднородного сложения нами использованы программные обеспечения «Геомеханика» и «Stress».[5].

Моделирование при этом выполнялось методом конечных элементов. [6].

Для расчета напряжений были приняты следующие параметры: Карьер расположен в косогорье. Высота правого борта составляет- 71м, а левого борта- 107м. Ширина дна карьера равняется 30м, угол падения рудного тела 30 град. Мощность руды равна 40м (рис.1). Угол наклона борта карьера 41 град. Физико-механические свойства руды: модуль Юнга $3,0 \cdot 10^4$ МПа, коэффициент Пуассона 0,25, объемный вес 27100 Н/м^3 , сцепление 32,5 МПа, угол внутреннего трения 50 град. Физико-механические свойства породы: модуль Юнга $3,5 \cdot 10^4$ МПа, коэффициент Пуассона 0,23, объемный вес 269000 Н/м^3 , сцепление 12,5 МПа, угол внутреннего трения 40 град.

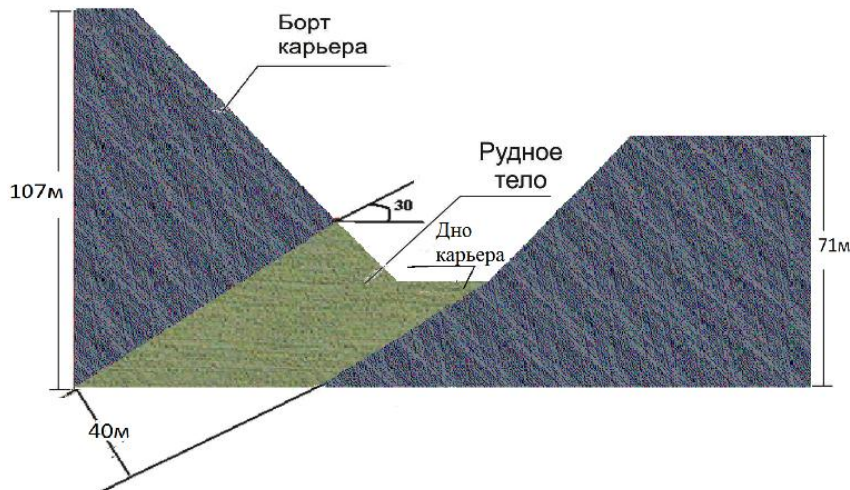


Рис. 1. Неоднородный массив до начала подземных работ

До начала подземных горных работ наибольшая концентрация наблюдается в пределах рудной зоны на уровне дна и ниже уровня на глубине от дна, равной $1/2N_d$ (где N_d - ширина дна карьера). Концентрация наблюдается и в правом низком борту на уровне дна карьера. Ширина этой зоны концентрации равняется $0,7N_d$.

Распределение горизонтальных напряжений показывает, что в массиве существуют сжимающие и растягивающие напряжения (рис.2). Под дном карьера и в правом борту до высоты от дна карьера, равной $0,16N_d$ возникает зона растягивающих горизонтальных напряжений. По глубине эта зона распространяется до глубины, равной $0,5N_d$. Значения растягивающих горизонтальных напряжений в этой зоне меняются от $0,268 \text{ МПа}$ до $0,046 \text{ МПа}$. Под обоими бортами на уровне дна образуются зоны растягивающих горизонтальных напряжений. Под левым бортом зона растягивающих напряжений возникает вдоль линии границ рудной зоны и породы. Нижняя граница этой зоны проходит по рудному телу и находится на высоте от дна, равной $0,26N_d$, а верхняя - на высоте, равной $0,73N_d$. По мере углубления эта зона постепенно расширяется. Значения растягивающих напряжений в этой зоне меняются от $1,200 \text{ МПа}$ до $0,156 \text{ МПа}$. Выше этой зоны преобладают сжимающие горизонтальные напряжения и на высоте $2,5N_d$ возникают наибольшие их значения, равные $1,400 \text{ МПа}$. В правом борту максимальные значения растягивающих напряжений образуется на уровне дна, при удалении вглубь массива по горизонтали на расстояние, равное $0,86N_d$. Здесь его значение составляет $0,545 \text{ МПа}$. В этом борту выше уровня дна в приповерхностной части борта возникает зона повышенных горизонтальных сжимающих напряжений. Эта зона распространяется до высоты, равной $0,83N_d$. Напряжения здесь меняются от $0,314 \text{ МПа}$ до $1,130 \text{ МПа}$. Вертикальные напряжения до проведения выработок концентрируются в нижней части дна в пределах рудного тела, начиная с глубины, равной $0,26N_d$. Значения вертикальных сжимающих напряжений здесь равны от $7,690 \text{ МПа}$ до $4,400 \text{ МПа}$ (рис.2).

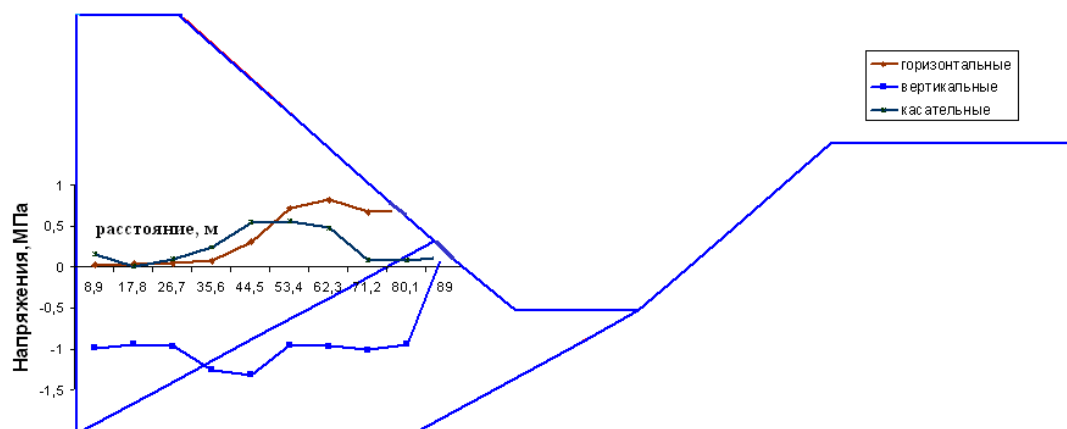


Рис.2. Распределения напряжений в прибортовом массиве до начала подземных работ

Максимальные значения касательных напряжений в данном случае возникают в левом борту на уровне дна и при удалении вглубь массива по горизонтали на расстояние, равное $0,9N_d$. Значение равняется $1,130\text{МПа}$. Сравнительно большие значения касательных напряжений наблюдаются и в левой прибортовой зоне, начиная от высоты $0,76N_d$ до высоты $1,6N_d$. Значения напряжений в этой зоне меняются от $0,985\text{МПа}$ до $0,552\text{МПа}$ [7].

Для отбойки прибортовых запасов на высоте $0,23N_d$ (где N_d - ширина дна карьера) проходит горизонтальные горные выработки, количество которых зависит от мощности запасов прибортовой зоны. В данном случае на этом уровне проходят две горизонтальные буровыпускные выработки (рис.3) Расстояние между ними составляет 10м. Высота выработок -3м, а ширина-4м.

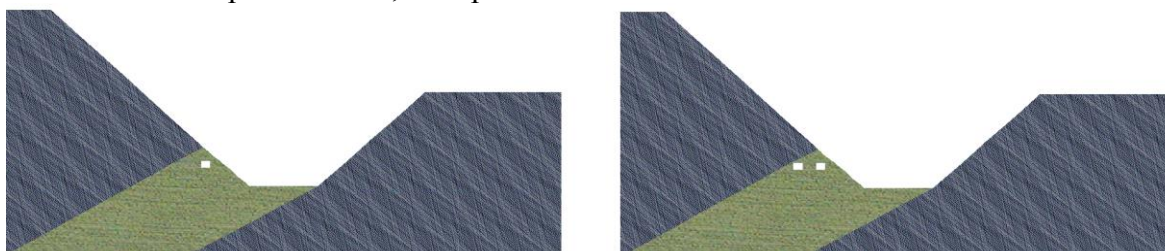


Рис.3 Неоднородный массив с одной и двумя выработками

После проведения первой от борта карьера выработки концентрация горизонтальных напряжений наблюдается вокруг выработки. Вокруг одиночной выработки образуются зоны растягивающих и сжимающих горизонтальных напряжений (рис.4). Над кровлей выработки и со стороны борта карьера возникают растягивающие напряжения. Максимальные значения растягивающих напряжений появляются в верхнем правом углу выработки. Они равны от $7,020\text{МПа}$ до $5,510\text{МПа}$. Максимальные значения горизонтальных сжимающих напряжений наблюдается в левом углу над выработкой. Значение сжимающего напряжения здесь равняется $4,530\text{МПа}$, снижаясь до $2,330\text{МПа}$. Сравнительно большие значения растягивающих напряжений наблюдается в левом борту над рудным телом на высоте $1,5N_d$ и их значения составляют $2,340\text{МПа}$; $1,920\text{МПа}$.

Максимальные касательные напряжения после проходки выработки возникают в верхнем левом и правом углах и над выработкой (рис.4). В левом углу значения этих напряжений равны $7,690\text{МПа}$, $6,180\text{МПа}$. В правом углу составляет $6,000\text{МПа}$. Над выработкой значения напряжений достигают до $3,040\text{МПа}$.

Над выработкой за пределами рудного тела на высоте 0,66-0,70 n_d возникают сравнительно большие значения касательных напряжений, которые равны 2,780МПа, 2,270МПа.

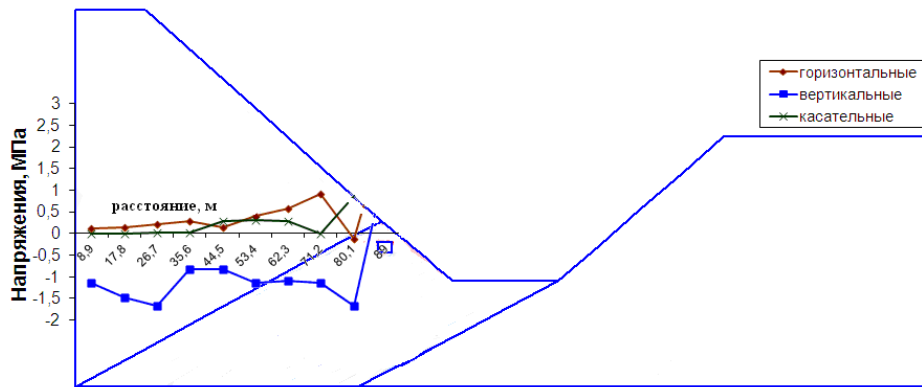


Рис.4 Распределение напряжений в прибортовом массиве при проведении в борту карьера одной горизонтальной выработки

После проведения второй выработки концентрация горизонтальных напряжений образуется вокруг выработок (рис.5). Ниже выработок также возникает зона концентрации в виде узкой полосы по центру рудного тела.

Над выработками возникают зоны растягивающих и сжимающих напряжений. Выше выработок в основном преобладают растягивающие напряжения. Большие значения растягивающих горизонтальных напряжений возникают со стороны правого верхнего угла первой от борта выработки. Растягивающие напряжения здесь равны 8,380МПа. Над выработкой, на высоте от кровли выработки, равной 1,0 n_b (где n_b - ширина выработки) их значения составляет 3,040МПа.

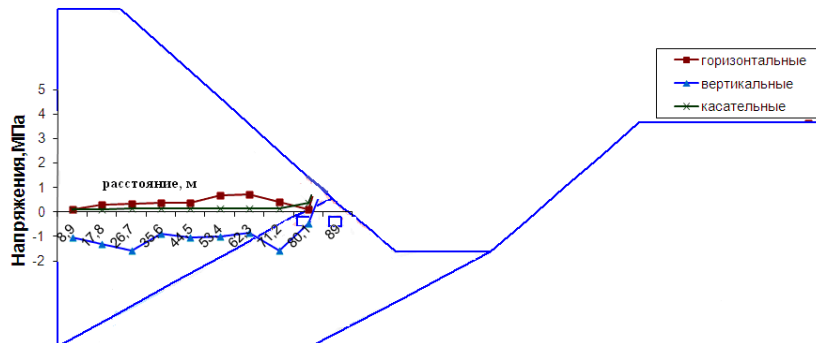


Рис.5. Распределение напряжений в прибортовом массиве при проведении в борту двух параллельных выработок.

С появлением второй горизонтальной выработки зона концентрации вертикальных напряжений смещается в левую сторону массива.

После проведения двух выработок значения максимальных касательных напряжений меняются. Значение напряжений в правом верхнем углу составляет 5,410МПа. Большие значения максимальных касательных напряжений, имеющиеся место в левом верхнем углу первой выработки снижаются до 0,399МПа. Высокие значения этих напряжений теперь возникают со стороны массива (т.е. с левой стороны) второй выработки. Их значения равняются 2,560МПа.

Таким образом, на основе полученных результатов можно заключить, что проведение выработок приводит к изменению напряженно-деформированного состояния массива пород вокруг выработок.

Литература

1. Алибаев А.П. Применение комбинированного способа разработки при выемке запасов пробортной зоны [Текст]/ А.П.Алибаев, Г.Т.Маматова// Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана: сб.науч.тр.-Бишкек, 2017.-№5.- С.44-46.
2. Алибаев А.П. Геомеханика и технологии при комбинированной разработке рудных месторождений [Текст]/ А.П.Алибаев//.- Бишкек: Инсанат, 2008.-192с.
3. Турчанинов И.А. Основы механики горных пород [Текст]/ И.А.Турчанинов, М.А.Иофис, Э.В.Каспарьян- Л.: Недра, 1977.- 496с.
4. Усенов К.Ж. Применение компьютерной системы Mathcad в геомеханике. [Текст]/ К.Ж.Усенов, Г.Т.Маматова// Труды Международной научной конф., посвящен. 50-летию ИГиОН и 80-летию академика И.Т.Айтматова «Проблемы геомеханики и освоения недр», ИГиОН.- Бишкек, 2011.-выпуск №13- С. 385-390
5. Система моделирования напряженно-деформированного состояния горного массива и оценки устойчивости бортов карьеров// Кыргызско-Российский славянский университет, международный научно-технический центр.- Бишкек, 2006.-21с.
6. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов [Текст]/ Л.Сегерлинд .- М.: Мир, 1979.- 370с
7. Маматова Г.Т. Оценка напряженно-деформированного состояния прибортового массива пород и дна карьера при комбинированной разработке рудных тел [Текст]/ Г.Т.Маматова// Наука и новые технологии: сб.науч.тр.-Бишкек, 2012.-№4.- С.64-67.