

ПРОГНОЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДКАРЬЕРНЫХ МАССИВОВ

В работе представлены результаты моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Проведена оценка изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород между открытыми и подземными горными выработками.

Ключевые слова: горные выработки, полезные ископаемые, высокогорья, разработка месторождений.

FORECAST OF THE STRESS-STRAIN STATE PODKARERNYH ARRAYS

The results of the simulation of the stress-strain state of the rocks. An assessment of stress-strain state of the rocks between the open and underground mines.

Keyword: mining, minerals, high mountains, mining.

Для Кыргызстана разработка месторождений полезных ископаемых расположенных в условиях высокогорья является экономической необходимостью. Это необходимость обусловливается более интенсивным излечением полезных ископаемых из недр, что в свою очередь приведет к изысканию новых рациональных технологий добычи. В связи со сложной конфигурацией рудных тел, разнообразием вмещающих пород разведанные запасы полезных ископаемых не полностью извлекаются из недр. На сегодняшний день комбинированная разработка является экономичной и актуальной.

Комбинированная (открыто-подземная) разработка — это способ извлечения полезных ископаемых из недр в пределах одного месторождения с собственными ему особенностями, достоинствами.

При комбинированной разработке возникает ряд специфических геомеханических задач. Один из них — изучение напряженно-деформированного состояния при проведении подземных разработок под дном и в бортах действующего карьера. Все это обуславливает самостоятельную, отличную от распространенных методик определения их размеров.

Горные породы, окружающие выработку перемещаются в сторону выработанного пространства, т. е. вмещающий горную выработку породный массив деформируется. Вокруг горных выработок формируется новое напряженно-деформированное состояние, которое наиболее существенно отличается от начального вблизи контура выработок и практически не отличается вдали от контура. Если новое напряженно-деформированное состояние превосходит некоторый предельный для породного массива уровень, начинается его разрушение, которое в свою очередь изменяет напряженно-деформированное состояние вокруг выработок. Концентрация напряжений смещается вглубь массива, разгружая его приконтурную область. Разрушение на контуре выработок может носить спокойный статический характер или динамический в виде горных ударов и выбросов. Но даже при статическом разрушении горных пород они представляют опасность для нормальной эксплуатации выработок, так как могут потерять устойчивость и обрушиться в выработку.

При комбинированной разработке наибольшая концентрация напряжений наблюдается в области прибортового массива и дне карьеров. В связи с этим рассматривается задача о

распределении напряжений в прибортовом массиве и дне карьеров до и после проведения горизонтальных горных выработок под дном карьера. Очевидно, что при разработке рудных месторождений в зависимости от наличия выработок напряженно-деформированное состояние изменяется.

Расчеты напряженного состояния проводились методом конечных элементов, при помощи программного продукта STRESS [2].

Для проведения расчета напряжений вокруг выработки нами были приняты следующие параметры: высота правого борта 110 м, левого – 50 м, глубина карьера 110 м, ширина выработки 4 м, высота 3 м, расстояние между стенками горизонтальных выработок составляет 6 м [5].

Физико-механические свойства пород, использованные при расчете: модуль упругости 7000000 Па, коэффициент Пуассона 0,25, объемный вес 28000 кг/см³, сцепление 235000 Па, угол внутреннего трения 40^о [3].

Расчеты проводились в глубине 20 м от дна карьера, на подошве горизонтальных выработок. Первоначальный расчет осуществлялся при отсутствии выработок. До проведения выработок максимальные значения горизонтальных напряжений составляли величины равной 1,04 МПа, в том же участке с учетом одной выработки данное значение уменьшается до 0,97 МПа, а с учетом двух выработок данное значение уменьшается до 0,25 МПа (рис 1а).

В глубине 20 м от дна карьера до проведения выработок максимальные значения вертикальных напряжений составляют 1,28 МПа, в том же участке с учетом одной выработки данное значения изменяется до 1,30 МПа, а с учетом двух выработок данное значение увеличивается до 1,42 МПа (рис 1б).

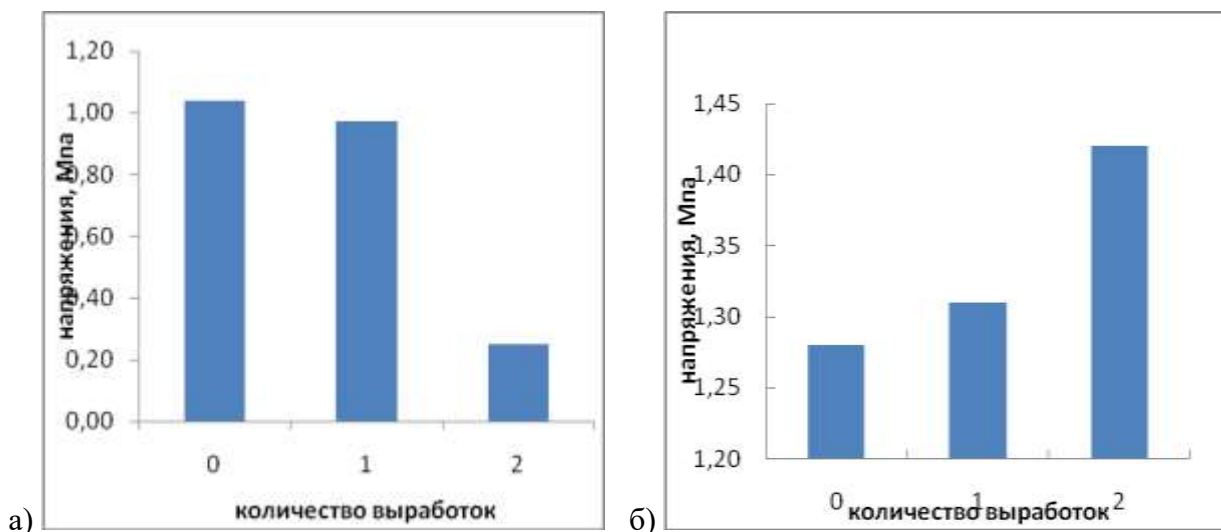


Рис.1. Максимальные значения горизонтальных и вертикальных компонент напряжений,

а) горизонтальных, б) вертикальных

Результаты горизонтального сечения под дном карьера показывают, что для данной задачи в глубине 20 м от дна карьера распределение горизонтальных напряжений вокруг выработок выглядят следующим образом: до проведения выработок они носят статический характер, имея значения от 0,925 МПа до 1,04 МПа. После проведения одной выработки горизонтальные напряжения имеют значения 0,91 МПа, вокруг выработок в радиусе 5 метров постепенно приближаются к нулю, затем приравниваются к начальному значению. После проведения двух выработок на участках где проведены выработки горизонтальные напряжения приближаются к нулю, а между стенками выработок поднимается до 0,29 МПа (рис. 2).

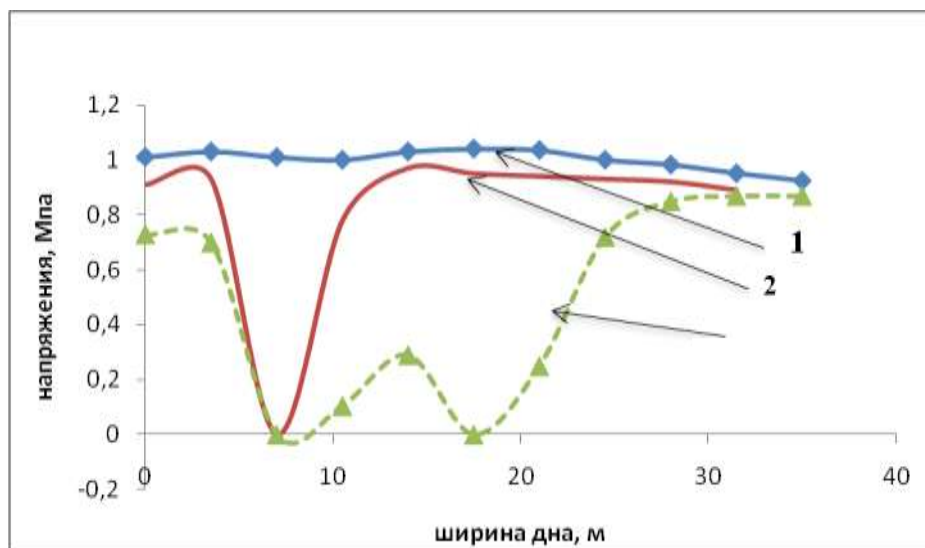


Рис.2. Распределение горизонтальных напряжений (1-до проведения выработок, 2- после проведения одной выработки, 3-после проведения двух выработок)

Вертикальные напряжения вокруг выработок на том же участке выглядят следующим образом: до проведения выработок вертикальные напряжения изменяются в пределах 1,13 МПа до 1,33 МПа, после проведения одной выработки на участке где проведена выработка вертикальные напряжения опускаются до нуля, затем приравниваются к начальному значению. Аналогичную картину можно наблюдать и после проведения и двух выработок (рис. 3).

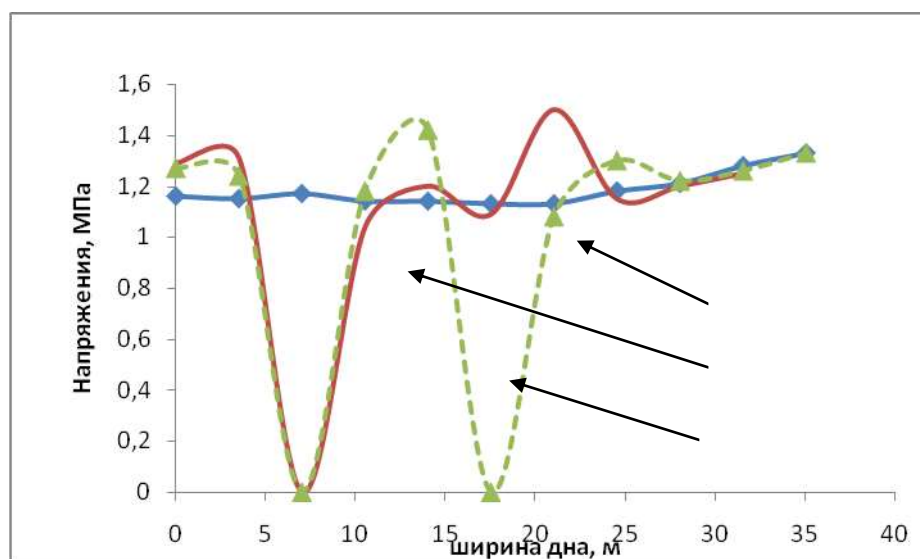


Рис.3. Распределение вертикальных напряжений (1-до проведения выработок, 2- после проведения одной выработки, 3-после проведения двух выработок)

В глубине 20 м от дна карьера до проведения выработок максимальные значения касательных напряжений до проведения выработок составляют 0,18 МПа, в том же участке с учетом одной выработки данное значения изменяется до 0,135 МПа, а с учетом двух выработок данное значение увеличивается до 0,25 МПа.

Результаты исследований распределения касательных напряжений показывают, что для данной задачи в глубине 20 м от дна карьера изолинии касательных напряжений повторяют контур карьера (рис 4). До проведения выработок касательные напряжения имеют максимальные значения 0,0956 МПа. После проведения одной выработки

касательные напряжения принимают максимальные значения равное 0,554 МПа, а при наличии двух выработок значения касательных напряжений уменьшаются незначительно

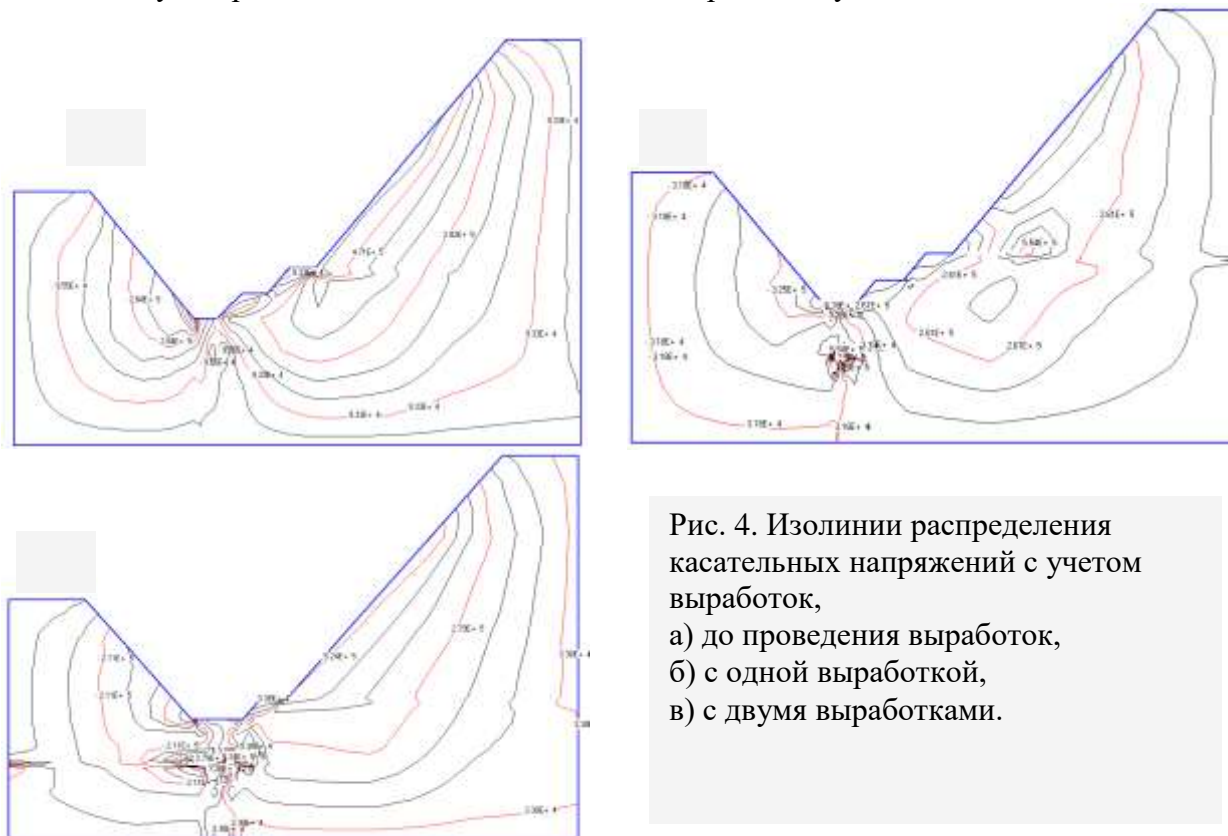


Рис. 4. Изолинии распределения касательных напряжений с учетом выработок,
 а) до проведения выработок,
 б) с одной выработкой,
 в) с двумя выработками.

На основании полученных данных установлено, что с проведением выработок под дном карьера значения горизонтальных напряжений уменьшаются, а значения вертикальных напряжений увеличиваются. В заключении стоит отметить, что для рассмотренной задачи напряженное состояние прибортового массива зависит от множества факторов, в том числе и от количества подземных выработок, их положения относительно дна карьера.

Литература:

1. Букин И.Ю. Устойчивость бортов карьеров. Ленинград 1976.
2. Коваленко В.А., Усманов С.Ф. Система моделирования напряженного состояния «Stress»/ математическое моделирование в механике сплошных сред на основе методов граничных и конечных элементов: докл. XVII межд. конф. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999.
3. Терметчиков М.К. Физико-механические свойства горных пород месторождений Киргизии и их корреляционный анализ. Фрунзе, 1979.
4. Алибаев А.П. Геомеханика и технология при комбинированной разработке рудных месторождений. Бишкек.: «Инсанат», 2008. -192с.
5. Кожоголов К.Ч., Усенов К.Ж. Напряженно-деформированное состояние подрабатываемых бортов и днищ карьеров. Жалал-Абад, 2002.
6. Осмонова Н.Т., Асилова З.А., Усенов К.Ж. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния подкарьерных массивов горных пород. «Современные проблемы геомеханики» Бишкек 2011.