

Маматова Г.Т.

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВОГО МАССИВА ПОРОД И ДНА КАРЬЕРА ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ ТЕЛ

G.T. Mamatova

ESTIMATION OF THE INTENSE-DEFORMED CONDITION OF BY-SIDE MASSIF OF BREEDS AND A BOTTOM OF OPEN-CAST MINES BY THE COMBINED WORKING OUT OF ORE BODIES

УДК:550.82

В статье приводится анализ и сравнение напряженно-деформированного состояния прибортового массива и дна карьера до проведения подземных горных работ, после проведения одной и двух горизонтальных выработок при комбинированной разработке наклонных рудных тел.

This article provides an analysis and comparison of the stress-strain state pribortovogo array and pit bottom to the underground mining operations, after one and two horizontal openings in combined development inclined ore bodies.

В последнее время значительно возросла интенсивность добычи полезных ископаемых, залегающих в сложных горно-геологических условиях. При этом многие рудные месторождения обрабатываются комбинированной открыто-подземной технологией [1-4].

В связи с этим изучение напряженно-деформированного состояния массива пород месторождений является актуальной задачей.

Необходимо отметить, что вопросам изучения распределения напряжения в прибортовой зоне в настоящее время уделяется недостаточное внимание.

С использованием программного продукта «Stress» нами оценена напряженно-деформированное состояние массива пород при комбинированной отработке запасов прибортовой зоны карьера.

Для расчетов были приняты следующие параметры: высота правого борта составляет - 71 м, а левого борта - 107м. Ширина дна карьера равняется 30м, угол падения рудного тела -30 град. Мощность руды равна 40 м. Угол наклона борта карьера-41 град. Физико-механические свойства руды: модуль Юнга-250000000 Па, коэффициент Пуассона-0,3,объемный вес 27000 Н/м, сцепление 4800000 Па, угол внутреннего трения 26гр. Физико-механические свойства породы: модуль Юнга-235000000 Па, коэффициент Пуассона-0,32, объемный вес 25000 Н/м, сцепление 4720000 Па, угол внутреннего трения 25,5 гр.

До начала подземных работ наибольшая концентрация горизонтальных напряжений наблюдаются в области дна карьера. Высота зоны концентрации горизонтальных напряжений составляет 0,26Ид (где ширина дна карьера). Ширина этой зоны в верхней части дна равняется половине дна карьера, причем эта зона занимает ту половину дна, которая расположена со стороны низкого правого борта. С понижением зона концентрации перемещается в центральную часть дна и на глубине 0,26 Мд ее ширина равняется 0,36Ид.

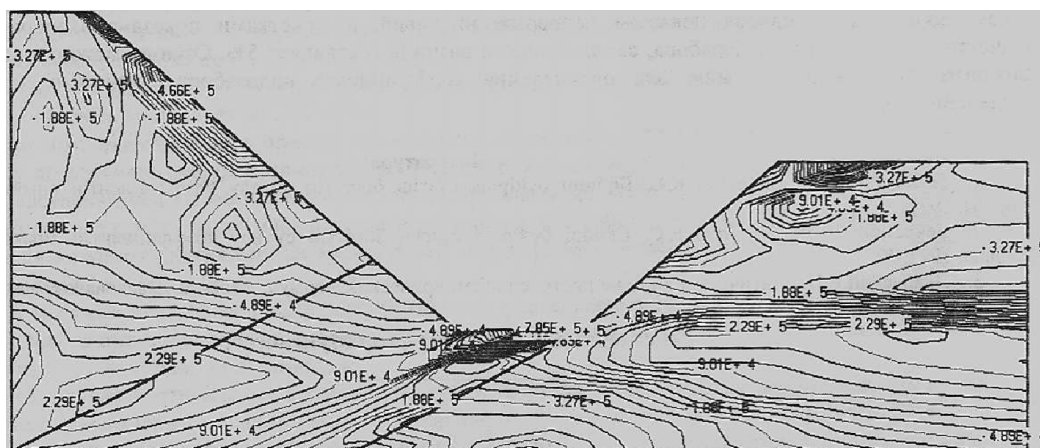


Рис. 1. Распределение горизонтальных напряжений до начала подземных работ

Распределение горизонтальных напряжений показывает, что в массиве существуют растягивающие и сжимающие горизонтальные напряжения.

Горизонтальные растягивающие напряжения возникают в области дна карьера и под обоими бортами на уровне дна карьера.

В массиве пород дна карьера ширина зоны горизонтальных растягивающих напряжений равняется его ширине. При этом эта зона распространяется от поверхности дна до глубины, равной $0,16 N_{fl}$. Значения растягивающих напряжений в рассматриваемой зоне меняются от $0,828 \text{ МПа}$ до $0,097 \text{ МПа}$. Наименьшие значения этих напряжений при этом наблюдаются в нижней части этой зоны. Далее с глубиной возникают горизонтальные сжимающие напряжения. Значения этих напряжений в пределах рудного тела меняются от $0,295 \text{ МПа}$ до $0,033 \text{ МПа}$. Под дном карьера висячем боку рудного тела преобладают горизонтальные растягивающие напряжения со значениями от $0,298 \text{ МПа}$ до $0,015 \text{ МПа}$. В правом борту горизонтальные растягивающие напряжения имеют значения до $0,301 \text{ МПа}$.

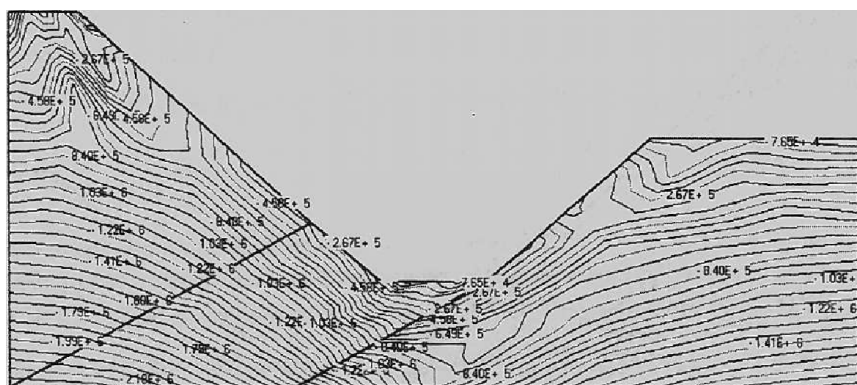


Рис. 2. Распределение вертикальных напряжений до начала подземных работ

Вертикальные напряжения распространены по всему массиву рассматриваемого участка. Значения вертикальных напряжений с глубиной постепенно возрастают и под высоким левым бортом они равны от $2,27 \text{ МПа}$ до $2,10 \text{ МПа}$.

В массиве правого (более низкого) борта значения сжимающих вертикальных напряжений составляют от $1,75 \text{ МПа}$ до $1,67 \text{ МПа}$.

Таким образом, расчеты показывают, что в данном случае в массиве пород более низкого правого борта вертикальные сжимающие напряжения снижаются почти в 12,3 раза.

В массиве пород дна карьера наблюдается разгрузка вертикальных напряжений. При удалении от места пересечения бортов и дна карьера, на расстоянии равной $1/3 N_d$ возникает разгрузка вертикальных напряжений.

Для отбойки прибортовых запасов на высоте $0,23 H_d$ (где $1 H_d$ - ширина дна) проходится горизонтальные горные выработки, количество которых зависит от мощности запасов прибортовой зоны. В данном случае на этом уровне проходится две горизонтальные буровыпускные выработки. Расстояние между ними составляет 10 м . Высота выработок -3 м , а ширина -4 м .

После проведения первой от борта карьера выработки концентрация горизонтальных напряжений наблюдается вокруг выработки. Наибольшая концентрация при этом возникает на дне карьера. Глубина распространения зоны концентрации горизонтальных напряжений равна 7 м или это составляет $0,23 H_d$. Ширина зоны концентрации равняется ширине дна карьера. Эта зона расположена в пределах границ рудного тела. Она распространяется вдоль рудного тела.

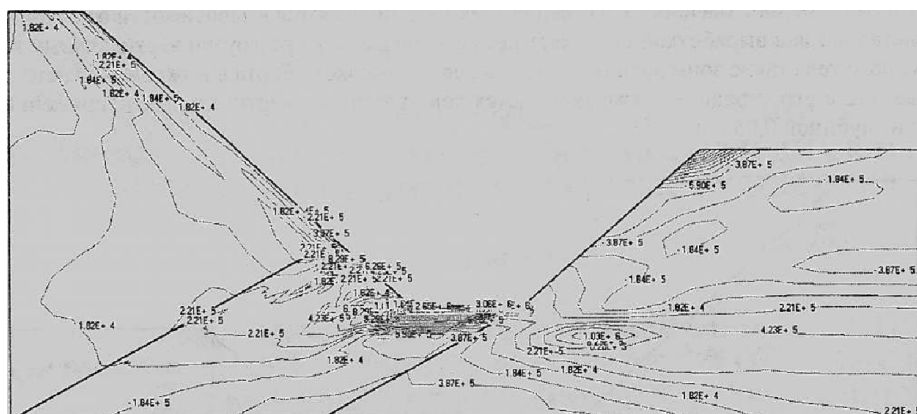


Рис. 3. Распределение горизонтальных напряжений при проведении одной выработки

Вертикальные напряжения концентрируются вокруг выработки в верхней ее части и со стороны борта карьера. На дне карьера концентрация вертикальных напряжений не наблюдается. Концентрация касательных напряжений происходит в левом высоком борту вдоль линии борта и вокруг одиночной выработки. Глубина зоны концентрации касательных напряжений, расположенной вдоль линии борта, составляет 0,4 Нд. В массиве дна карьера концентрации этих напряжений происходит в местах пересечения бортов и дна карьера.

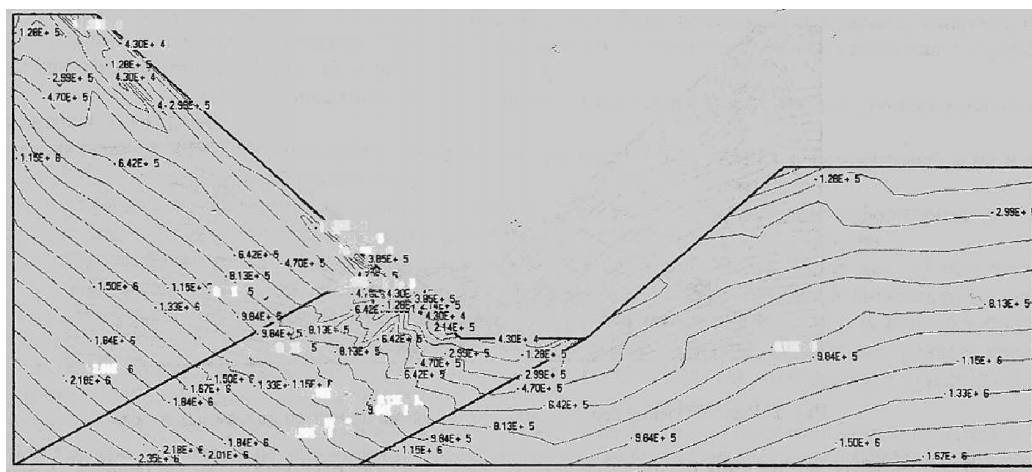


Рис.4. Распределение вертикальных напряжений при проведении одной выработки

Значения горизонтальных растягивающих напряжений на дне карьера меняются от 2,56 МПа до 0,209 МПа. Глубина зоны растягивающих горизонтальных напряжений в массиве дна равняется 0,2Ид. Ширина рассматриваемой зоны равняется ширине дна. Вокруг одиночной выработки возникают растягивающие напряжения, которые меняются до 0,346 МПа.

Вокруг выработки со стороны борта появляется незначительная зона сжимающих напряжений, значения напряжений здесь составляет до 218 МПа.

Такая же зона наблюдается в правом нижнем углу выработка, которая распространяется параллельно рудному телу до глубины, равной ширине выработки. Ширина зоны равняется 0,25 п_в.

Непосредственно над выработкой до высоты (от кровли выработки) равной 0,25 п_в, (где п_в - ширина выработки) наблюдается зона растягивающих напряжений со значением до 0,145 МПа. Выше этой отметки возникают сжимающие горизонтальные напряжения. Над выработкой сжимающие напряжения меняются от 0,212 МПа до 0,082 МПа.

Если в массиве дна карьера зона горизонтальных растягивающих напряжений распространяется до глубины 0,2 Нд, то под правым высоким бортом карьера в пределах рудного тела такая зона распространяется до глубины (от дна) равной ширине дна.

В данном случае вертикальные сжимающие напряжения по всему участку рассматриваемого массива распространены равномерно. Значения этих напряжений увеличиваются в зависимости от глубины.

Непосредственно над выработкой возникает незначительная зона разгрузки вертикальных напряжений. В пределах рудного тела такие зоны возникают вдоль левого высокого борта в нижней его части.

В массиве дна в его середине также появляется зона разгрузки вертикальных напряжений шириной, равной 0,6 Ид и глубиной 0,05 Ид.

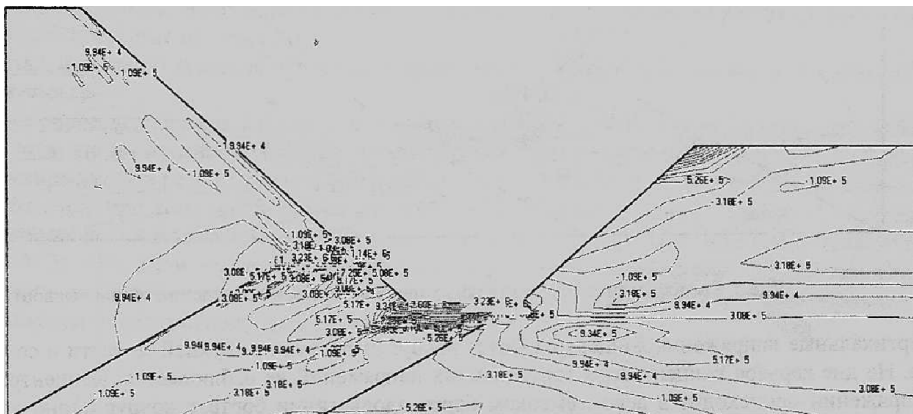


Рис.5. Распределение горизонтальных напряжений при проведении двух выработок

После проведения второй горизонтальной выработки верхнего яруса в картине концентрации горизонтальных напряжений значительных изменений не происходит. Концентрация напряжений по-прежнему происходит под дном карьера и вокруг выработок.

Касательные напряжения после проходки второй выработки, как и при наличии первой выработки, концентрируются вокруг выработок и в массиве дна карьера.

Вертикальные напряжения после проведения второй выработки концентрируются в основном вокруг выработок. Наибольшая концентрация при этом наблюдается между выработками, а также между первой выработкой и со стороны дневной поверхности.

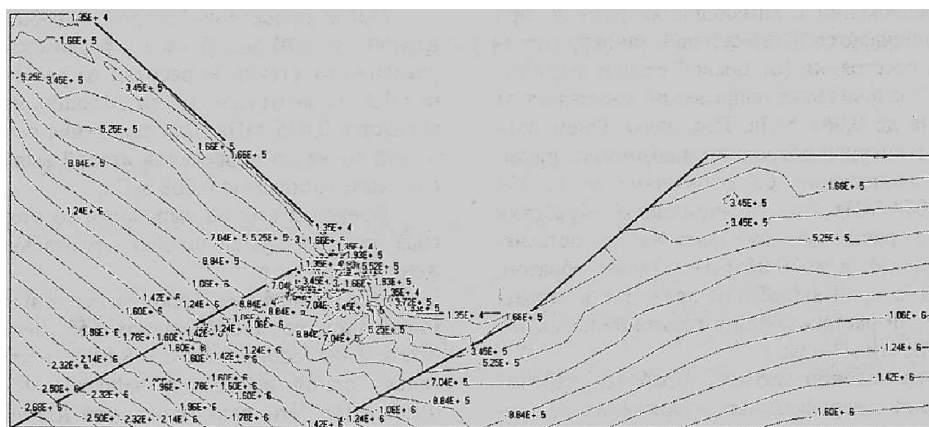


Рис.6. Распределение вертикальных напряжений при проведении двух выработок

Касательные напряжения после проходки второй выработки, как и при наличии первой выработки, концентрируются вокруг выработок и в массиве дна карьера.

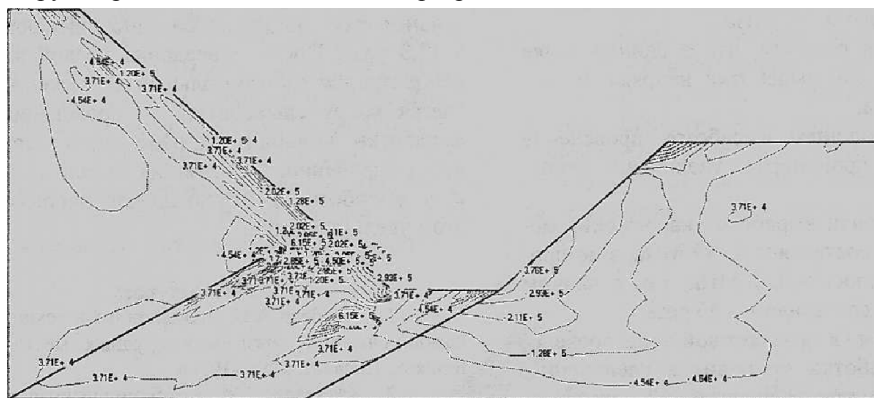


Рис.7. Распределение касательных напряжений при проведении двух выработок

Проходка второй выработки приводит к возникновению новой зоны концентрации этих напряжений. В данном случае в нижней части второй выработки зона концентрации в виде линии распространяется параллельно рудному телу до глубины (от дна выработки) равной 2 п. Ширина этой зоны составляет 0,5 п

При наличии второй выработки в придонной части рассматриваемого массива в напряженно-деформированном состоянии качественных изменений не происходит, по-прежнему под дном карьера будут существовать горизонтальные растягивающие напряжения.

В прибортовой зоне в пределах рудного тела между выработками возникают зоны сжимающих и растягивающих горизонтальных напряжений. Зона растягивающих напряжений, расположенная между выработками имеет ширину, равной 0,75 п_в.

Начиная с уровня подошвы выработок возникают сжимающие напряжения, которая распространяется до глубины, равной 1,25 п_в. Ниже этой отметки вновь появляется зона растягивающих напряжений. Ширина этой зоны соответствует расстоянию между выработками. Ниже подошвы обоих выработок возникает зона растягивающих напряжений.

Над выработками также наблюдают растягивающие напряжения, которые распространяются вплоть до дневной поверхности. Значения напряжений в этих местах меняются от 0,242 МПа до 0,054 МПа.

Вокруг правой выработки со стороны борта карьера расположены зоны сжимающих и растягивающих напряжений. Сжимающие напряжения при этом ограничиваются вертикальной линией, проведенной на расстоянии (от правой стенки выработки) 0,5 п_в. Значения этих напряжений составляет от 0,190 МПа до 0,063 МПа. При дальнейшем приближении к дневной поверхности возникают растягивающие напряжения со значениями от 0,264 МПа до 0,074 МПа. При наличии одной выработки в этой зоне растягивающие напряжения составляют от 0,427 МПа до 0,065 МПа. Таким образом, проведение второй выработки приводит к снижению значений растягивающих горизонтальных напряжений почти в 1,6 раза.

При проведении второй выработки картина распределения вертикальных напряжений не претерпевает особых изменений. Ширина зоны разгрузки вертикальных напряжений, находящаяся над выработкой, в данном случае уменьшается.

Над второй выработкой также происходит разгрузка этих напряжений. Между выработками на высоте 0,5 h_в, (где h_в,- высота выработки) от подошвы выработки вертикальные сжимающие напряжения составляют 0,703 МПа.

Для сравнения отметим, что в данной точке до проведения второй выработки напряжение составляло 0,404 МПа.

На уровне подошвы выработок проведение второй выработки провоцирует увеличение напряжений в 1,24 раза.

На уровне кровли выработок напряжения между выработками составляет 0,789 МПа, а до проведения оно равнялось 0,475 МПа, т.е. в данном случае увеличение составило в 1,66 раза.

Таким образом, в прибортовой зоне проведение второй выработки приводит к увеличению вертикальных сжимающих напряжений между выработками.

На высоте от кровли выработок, равной высоте самой выработки, наличие второй выработки приводит к разгрузке вертикальных напряжений. В данной точке до проведения второй выработки напряжение равнялось 0,625 МПа. После проведения второй горизонтальной выработки произошло уменьшение значений напряжений до 0,291 МПа, т.е. в 2,14 раза.

Между выработками на глубине, равной высоте выработки (от подошвы), наличие второй выработки увеличивает вертикальные напряжения от 0,451 МПа до 0,56 МПа, т.е. в 1,24 раза.

После проведения второй выработки между первой (правой) выработкой и бортом карьера, при удалении от стенки выработки на расстояние равное 0,25 п_в вертикальные сжимающие напряжение равняется 0,496 МПа. Для сравнения отметим, что в этой точке до проведения второй выработки напряжение составляло 0,668 МПа.

Проходка второй выработки со стороны массива привело к уменьшению вертикальных напряжений в 1,34 раза.

При проведении второй выработки под первой выработкой, на глубине равной 0,5h_в, вертикальные напряжения составляют 0,168 МПа, а при наличии только одной выработки напряжения равнялось 0,198 МПа. Это показывает, что наличие второй выработки привело к разгрузке вертикальных напряжений под выработкой в 1,17 раза.

Таким образом, на основе полученных результатов можно заключить, что до начала подземных работ наибольшая концентрация горизонтальных напряжений наблюдаются в области дна карьера, в массиве пород более низкого правого борта вертикальные сжимающие напряжения снижаются почти в 12,3 раза. После проведения первой выработки концентрация горизонтальных напряжений наблюдается вокруг выработки. А проведение второй выработки приводит к изменению напряженно- деформированного состояния массива пород вокруг выработок и вертикальные напряжения при этом увеличиваются.

Литература:

1. Алибаев А.П. Геомеханика и технологии при комбинированной разработке рудных месторождений. Бишкек: Инсанат, 2008.-192 с.
2. Казикаев Д.М. Комбинированная разработка рудных месторождений, М.: Горная книга, 2008, 360с
3. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Комбинированная разработка рудных месторождений М., «Горная книга», 2012г, 344с
4. Щелканов В. А. Комбинированная разработка рудных месторождений. М.:Недра. 1974 г. 232

Рецензент: к.т.н., доцент Асилова З.А.