

Маматова Г.Т.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ПРИБОРТОВОГО МАССИВА И ДНА КАРЬЕРА ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ
РАЗРАБОТКЕ ЗАПАСОВ ПРИКОНТУРНОЙ ЗОНЫ**

G.T. Mamatova

**RESEARCH OF THE INTENSE-DEFORMED CONDITION
OF THE BY-SIDE MASSIF AND PIT BOTTOM AT THE COMBINED
DEVELOPMENT RESERVES IN THE MARGINAL ZONE**

УДК:550.82

В статье рассматриваются случаи выемки всего запаса нижнего яруса. Анализируются и сравниваются изменения напряженно-деформированного состояния массива при полной выемке нижнего яруса

This paper considers the case of dredging of the reserves of the lower tier. Analyzed and compared the intense-deformed condition under the full dredging of the lower tier.

Развитие горнодобывающей промышленности в современных условиях характеризуется увеличением количества горнодобывающих предприятий, использующих комбинированные способы разработки месторождений полезных ископаемых. Комбинированный открыто-подземный способ разработки позволяет снизить общий объем вскрыши, уменьшает вредное воздействие горных работ на окружающую среду, при этом улучшается интенсивность освоения месторождения, обеспечивается наиболее полная и качественная выемка полезных ископаемых, достигаются высокие технико-экономические показатели по сравнению с самостоятельными открытыми или подземными способами разработки [1,2,3].

Отличительной особенностью комбинированного способа разработки месторождений является наличие переходной зоны или этапа разработки, существование единого технологического пространства между открытыми и подземными горными работами. Переходные зоны, как правило, располагаются

на границах карьера и подземного рудника и создают широкие возможности более эффективного применения комбинированных способов [1)2,3].

Геомеханическим процессам, протекающим при комбинированной разработке приконтурных зон, посвящено большое количество литературы. При этом особенности механизма распределения напряжений вокруг подземных и открытых выработок в условиях комбинированной разработки месторождений остаются не полностью выясненными.

В связи с этим изучение напряженно-деформированного состояния пород прибортового массива и дна карьера при комбинированной разработке приконтурной зоны, является важной и актуальной задачей.

Для расчетов нами приняты следующие параметры: высота правого борта составляет- 71 м, а левого борта- 107м. Ширина дна карьера равняется 30м, угол падения рудного тела -30 град. Угол наклона борта карьера-41 град. Физико-механические свойства руды: модуль Юнга-250000000Па, 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.

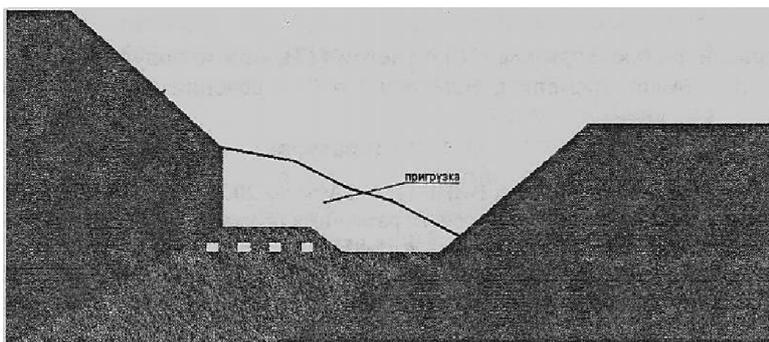


Рис. 1. Комбинированная разработка прибортовых запасов системой с обрушением.

После полной выемки запасов верхнего яруса для обеспечения устойчивости борта карьера выработанное пространство заполняется обрушенными породами и забалансовой рудой из внутрикарьерного отвала (рис.1).

В данном случае концентрация горизонтальных напряжений наблюдается вокруг выработок на дне

карьера и в приповерхностной части необрушенного участка карьера (рис.2).

Наибольшая концентрация этих напряжений при этом возникает вокруг выработок нижнего яруса. Наибольшее значение сжимающих горизонтальных напряжений наблюдается над четвертой выработкой (крайней), находящейся в глубине массива. На месте пересечения рудного тела и обрушенной части борта

карьера напряжения равняются от 1,29 МПа до 1,51 МПа. По мере приближения в сторону борта карьера, сжимающие напряжения над выработками

уменьшаются почти в 75 раза и составляют 0,02 МПа. Одновременно с этим появляются горизонтальные растягивающие напряжения.

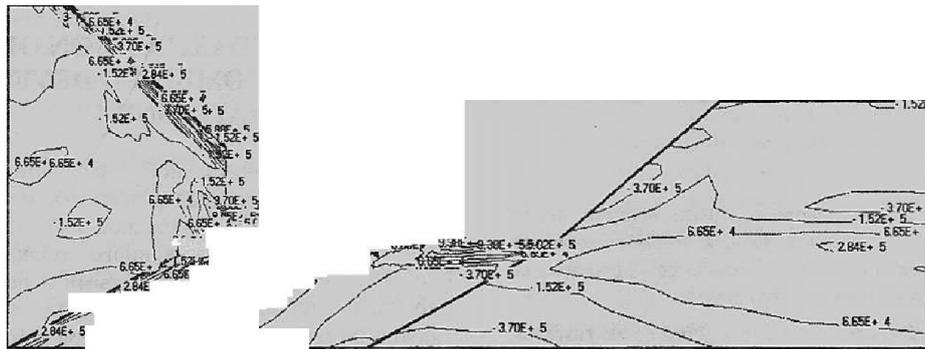


Рис. 2. Распределение горизонтальных напряжений после полной выемки запасов верхнего яруса.

Над крайней, четвертой выработкой растягивающие напряжения равняются 1,87 МПа. Над третьей выработкой горизонтальные растягивающие напряжения уменьшаются и составляют 0,766 МПа. Такие же напряжения появляются и под этими выработками. Здесь их значения меняются от 1,06 МПа до 0,380 МПа (под четвертой) и от 1,23 МПа до 0,422 МПа (над третьей).

выработок в основном наблюдаются растягивающие напряжения. Напряжения в этой зоне небольшие и равняются от 0,014 МПа до 0,365 МПа.

Над выработками под обрушенными запасами верхнего яруса (между второй и третьей выработками), также появляется зона растягивающих напряжений. Значения напряжений в этой зоне составляют от 1,68 МПа до 0,930 МПа. Вокруг первой и второй

Под дном карьера значения этих напряжений по сравнению с прежним вариантом (при удалении одной выработки верхнего яруса) заметно уменьшаются. Наибольшие значения при этом наблюдается под дном карьера в местах пересечения дна и левого борта карьера. Значения растягивающих напряжений здесь равны до 1,10 МПа. На месте пересечения правого борта и дна растягивающие напряжения снижаются до 0,107 МПа.

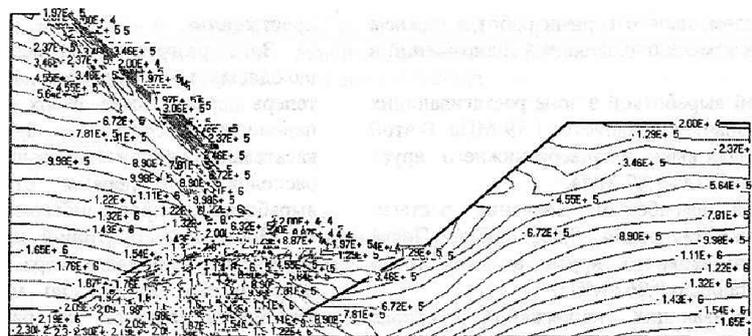


Рис. 3. Распределение вертикальных напряжений после полной выемки запасов верхнего яруса

Вертикальные напряжения при этом концентрируются вокруг выработок. Наибольшая их концентрация происходит вокруг крайних (третья и четвертая) выработок. Вокруг этих выработок значения вертикальных сжимающих напряжений значительно выше по сравнению с другими (первая и вторая) выработками (рис.3.).

После завершения работ в верхнем ярусе приступают к выемке запасов нижележащего яруса.

Над выработками, расположенными непосредственно под отработанным пространством верхнего яруса, возникают зоны разгрузки вертикальных напряжений. Такая же картина наблюдается под дном карьера.

В данном случае в связи с тем, что ширина (прибортового массива) нижнего яруса составляет $1,7Nfl$ (где Kc -ширина дна, м) отработку производят со стороны карьера в сторону основного массива.

Максимальные касательные напряжения возникают вокруг крайних двух выработок. Значения касательных напряжений в этой зоне снижаются от 3 до 8 раз.

После выемки запасов камеры, расположенный первой от карьера концентрация горизонтальных напряжений возникает вокруг выработок. Наибольшая концентрация этих напряжений при этом наблюдается вокруг крайних двух выработок. Концентрация напряжений так же возникает в массиве пород дна карьера. Ширина зоны концентрации напряжений равняется ширине дна карьера, а по глубине эта зона распространяется до 0,26 Мд (рис.4).

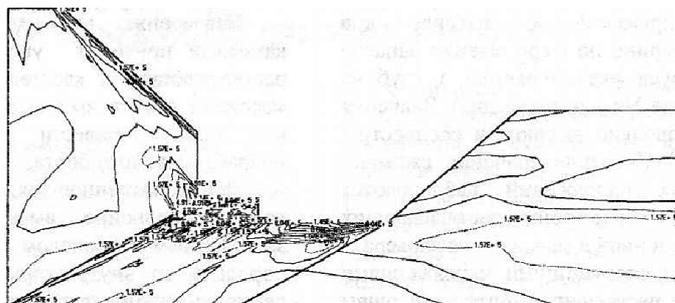


Рис. 4. Распределение горизонтальных напряжений при ведении горных работ на нижнем ярусе.

В массиве возникают горизонтальные сжимающие и растягивающие напряжения. В массиве дна карьера в приповерхностной его части появляются растягивающие горизонтальные напряжения. Ширина этой зоны растягивающих напряжений составляет 1,5 Ид. Глубина распространения равна от 0,16 Ид до 0,23 1Чд. По мере приближения к очистному пространству глубина этой зоны увеличивается до 0,3 Ид. Под выработками преобладают в основном растягивающие напряжения. Значения этих напряжений здесь меняются от 0,025 МПа до 0,393 МПа. В массиве дна растягивающие напряжения составляют 1,96 МПа до 0,028 МПа.

Вокруг выработок существует зоны сжимающих растягивающих горизонтальных напряжений. Над выработками в основном действуют снижающие напряжения, значения которых равны от 1,29 МПа до 0,120 МПа.

Над крайней выработкой, расположенной в глубине массива, т.е. на месте пересечения границ рудного тела и подошвы выработанного верхнего яруса значение горизонтальных сжимающих напряжений равно 2,34 МПа. Для сравнения можно отметить, что в данной точке до начала выемки заносов нижнего яруса напряжение составляло 1,51 МПа.

Таким образом, начало горных работ в нижнем ярусе привело к изменению значений напряжений в 1,5 раза.

Над крайней выработкой в зоне растягивающих напряжений их значения равняется 1,79 МПа. В этой же точке до начала выемки запасов нижнего яруса напряжение составляло 1,87 МПа.

Над второй выработкой значение растягивающих напряжений равно 0,503 МПа. После выемки запасов верхнего яруса в этой точке напряжение составляло 0,262 МПа.

Зона растягивающих напряжений, которая наблюдалась над выработками на высоте 1,75 п_в (от почвы выработки) уменьшается в размере. Напряжение снижаются до 0,405 МПа. По сравнению с сравниваемым вариантом напряжения в данном случае уменьшаются в 2,4 раза.

После выемки запасов верхнего яруса и заполнения выработанного пространства приступают к выемке запасов нижнего яруса. Первым отбиваются запасы первой камеры. Результаты расчетов показывают, что в данном случае концентрация горизонтальных напряжений возникают над третьей и четвертой выработками. В массиве дна ширина зоны концентрации горизонтальных напряжений соответствует ширине дна карьера.

Над выработками происходит чередование зоны растягивающих и сжимающих горизонтальных напряжений. Зоны растягивающих горизонтальных напряжений возникают над крайней выработкой, а также между выработками и непосредственно под выработанным пространством верхнего яруса. Зона растягивающих напряжений в массиве дна увеличивается. Её ширина по мере выемки запасов второго нижнего яруса увеличивается, а глубина равняется 0,16 Ид (где Ид - ширина дна). Значения напряжений здесь довольно высокие и распространены равномерно. Наибольшие значения сжимающих горизонтальных напряжений наблюдаются вокруг выработок и ниже зоны растягивающих напряжений, расположенной в массиве дна карьера.

Зона с высокими сжимающими напряжениями возникает и на месте пересечения борта и подошвы верхнего отработанного пространства. В данном случае начало выемки запасов второго яруса привело к снижению сжимающих горизонтальных напряжений в 1,2-1,5 раза. После выемки первой камеры второго яруса концентрация вертикальных напряжений происходит вокруг выработок и в массиве борта карьера со стороны выработок. Зона разгрузки вертикальных напряжений, находящаяся вокруг третьей выработки, увеличивается по ширине. Ширина при этом увеличивается от 1,2 до 2,4 раза. По высоте эта зона по-прежнему достигается до почвы верхнего выработанного пространства.

Зона разгрузки вертикальных напряжений и находящаяся в подрабатываемом борту карьера теперь переместилась вверх на высоту 2,5 Ид, т.е. перемещение составляет 0,4 Кд. Максимальные касательные напряжения возникают над выработкой, расположенной первым от массива и под выработанным пространством верхнего яруса.

После выемки второй камеры нижнего яруса образуется открытая камера с выходом в карьере пространство. Камера по мере выемки отбитых запасов заполняется забалансовой рудой или пустыми породами из внутрикарьерного отвала. Создание открытой камеры в прибортовой зоне оказывает существенное влияние на поле напряжений и деформаций. В массиве дна карьера происходит расширение зоны растягивающих горизонтальных напряжений. Между выработкой и выработанным пространством возникают зоны растягивающих горизонтальных напряжений. Причем в этой зоне наблюдается рост растягивающих напряжений.

После полной отработки прибортовых запасов зона растягивающих горизонтальных напряжений,

расположенной в массиве дна расширяется и равняется ширине дна выработанного пространства.

В подрабатываемом борту карьера на высоте 0,7 Ид от дна карьера возникают зоны растягивающих горизонтальных напряжений. На месте пересечения подошвы открытой камеры и борта карьера появляется зона повышенных горизонтальных сжимающих напряжений.

Извлечение прибортовых запасов открытыми камерами приводит увеличению горизонтальных растягивающих и касательных напряжений между массивом и стенками выработанного пространства, что может привести к потере устойчивости подрабатываемого борта.

Предусмотренное технологией ведения горных работ заполнение выработанного пространства закладочным материалом - забалансовой рудой или породами из внутри-карьерного отвала, позволяет частично компенсировать потери устойчивости прибортовой зоны.

Литература:

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

Рецензент: к.т.н., профессор Асилова З.
