

УДК 622.831

В.Д.Барышников, И.Л.Болтенгаген
Институт горного дела СО РАН
630091, Россия, Новосибирск, Красный пр. 54, bolten@misd.nsc.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА ВОКРУГ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ

Актуальность задачи связана с обеспечением безопасности горных работ при подземной добыче кимберлитовых руд месторождений Якутии. На руднике «Интернациональный» на глубине 700 - 800 м отработан опытно – промышленный блок №6 высотой 90 м. Рудное тело (вертикальная трубка диаметром около 60 м) в пределах блока разбивалось на три подэтажа. Применялись варианты слоевой системы разработки с закладкой при восходящем и нисходящем порядке выемки руды. Горизонтальные слои высотой 3.5-5 м обрабатывались с помощью проходческого комбайна по камерно - целиковой схеме заходками шириной около 5 м и закладывались твердеющими смесями. В процессе ведения горных работ в блоке создавались заполненные закладкой цилиндрические выработанные пространства, разделенные рудными потолочинами. Методом конечных элементов моделировались изменения поля напряжений при последовательной выемке рудных запасов.

По результатам экспериментальных исследований вертикальная компонента начального поля напряжений на месторождении соответствует весу налегающей толщи пород γH , величины горизонтальных компонент напряжений находятся в интервале значений от 0.7 до 0.8 γH [1]. В данных условиях реализуется осесимметричное напряженное состояние массива горных пород. Задачи решались по упругой модели в дополнительных перемещениях [2]. Модуль деформации заполняющего выработанные пространства искусственного массива в 10-100 раз меньше модуля упругости массива горных пород. Реакция закладочного массива, обусловленная смещениями пород на границе выработанного пространства, не превышает 2 МПа. Напряжения на данной глубине порядка 20 МПа и реакцией закладочного массива при моделировании механического состояния горного массива можно пренебречь.

Для оценок возможных разрушений рудного массива и вмещающих пород вычислялся коэффициент запаса прочности по критерию Кулона – Мора [3]. Области предельного деформирования сопоставлялись с данными визуальных наблюдений за состоянием выработок и уточнялись прочностные параметры массива горных пород (сцепление и угол внутреннего трения). По местоположению локализованной поверхности ослабления, возникшей в результате техногенного воздействия, установлена граница зоны обрушения в подработанном рудном массиве. Максимальное ее удаление от центральной части кровли выработанного пространства - около 10 м.

Выполнены расчеты напряжений в окрестности закладочных выработок, расположенных во вмещающих породах на различных расстояниях от контура рудного тела. На основании моделирования возможных вариантов развития горных работ и анализа областей предельного деформирования пород вокруг выработок обосновано минимальное расстояние до границы трубки, составляющее 10 м.

Коэффициент концентрации горизонтальных напряжений в центральной части потолочины, формируемой между выработанными пространствами, увеличивается от 1.1 до 1.5 при уменьшении ее высоты с 30 до 5 м.

При увеличении исходных горизонтальных напряжений с 0.7 до 1 γ Н значение горизонтальных напряжений в центральной части кровли одиночного выработанного пространства возрастает в 3 раза. Область повышенной концентрации горизонтальных напряжений в массиве горных пород удалена на 15-20 м от кровли и почвы выработанного пространства.

Моделирование напряжений в закладочном массиве позволило обосновать устойчивость выработок, образующихся в замыкающем слое при стыковке подэтажей на заключительной стадии разработки опытно – промышленного блока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Барышников В.Д., Болтенгаген И.Л., Коврижных А.М.** Определение напряжений методом щелевой разгрузки // Комбинированная геотехнология: развитие способов добычи и безопасность горных работ. –Магнитогорск: МГТУ, 2003.
- 2. Болтенгаген И.Л.** Моделирование начальных напряжений и поверхностей ослабления методом конечных элементов // ФТПРПИ, №2, 1999.
- 3. Болтенгаген И.Л.** Влияние ориентации главных начальных напряжений на механическое состояние массива горных пород вокруг выработок // ФТПРПИ, №3, 2002.