

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНТАКТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ МОДЕЛИРУЕМОГО НАРУШЕННОГО МАССИВА

Дмитриев С.В., Семенова И.Э.

Федеральный исследовательский центр Кольский научный центр Российской академии наук, Апатиты, Россия

e-mail: s.dmitriev@ksc.ru

Одним из важных геологических факторов, оказывающих влияние на напряженно-деформированное состояние разрабатываемых месторождений, являются структурные неоднородности различных порядков, что требует их адекватного учета при прогнозе геомеханических условий в процессе отработки запасов полезных ископаемых.

В конечно-элементных моделях крупные разломные структуры могут имитироваться путем их заполнения композитным замещающим материалом со сниженными прочностными (деформационными) характеристиками. Такое представление дает достаточную достоверность моделирования на уровне модели месторождения. При более детальном моделировании, например изучении отдельного блока месторождения, необходимо также учитывать контактные характеристики на границе блоков.

Учет влияния межблоковых интерфейсов в методе конечных элементов возможен с использованием предложенных Р.Гудманом контактных элементов и их модификаций. Данные элементы характеризуются нормальной и тангенциально жесткостью. Целью представленных численных экспериментов было оценить изменение поля напряжений вмещающего массива и самой разломной структуры при внедрении контактных элементов по границе структурной неоднородности.

В качестве исходного напряженно-деформированного состояния были приняты результаты моделирования НДС блока месторождения Кукисвумчорр с характерным вертикальным разломом, секущим рудную залежь. Месторождение находится в тектонически напряженном Хибинском массиве. Поэтому максимальная компонента главных напряжений имеет субгоризонтальное направление и действует в около-нормальном режиме к плоскости разлома. Разломная структура и вмещающий массив характеризовались следующими деформационными параметрами:

- Вмещающий массив: $E = 70000$ МПа и $\nu = 0.2$
- Рудное тело: $E = 40000$ МПа и $\nu = 0.35$
- Разломная структура: $E=7000$ МПа и $\nu = 0.3$

В качестве начальных нормальной и тангенциальной жесткости были приняты приближенные значения 2000 МПа/м и 1000 МПа/м соответственно [1]. Всего было просчитано двенадцать вариантов модели с вариацией контактных жесткостей и деформационных характеристик блоков в пределах диапазона ($2 \cdot 10^4 \div 7 \cdot 10^6$ МПа/м). Анализ результатов позволил сделать следующие выводы:

- В случае, когда заполняющий материал разломной структуры близок по свойствам к вмещающему массиву, внедрение контактных элементов по её поверхности оказывает больший эффект на поле напряжений в самом массиве.

- При внедрении контактных элементов по поверхности разломной структуры, представленной более ослабленными породами, ранжирование нормальной и тангенциальной жесткости (даже в пределах двух порядков) не оказывает особого эффекта на поле НДС вмещающего массива.

- Значения максимальной компоненты в самой разломной структуре, при внедрении контактных элементов по её поверхности, подвергаются более существенным изменениям. Данный эффект становится менее заметным, при снижении прочностных характеристик разломной структуры.

Планируется продолжение численных экспериментов при другой ориентировке максимального сжатия по отношению к разломной структуре.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта РНФ № 22-17-00248, а также программы НИР № 0186-2022-0005

1. Костюченко В.Н., Кочарян Г.Г., Павлов Д.В. Деформационные характеристики межблоковых промежутков различного масштаба // Физ. мезомех. - 2002. - Т. 5. - № 5. - С. 23-42