РАЗДЕЛ XVI. ГЕОЛОГИЯ

Иудин М.М.

Проблемы геомеханики: прогноз исходного напряженного состояния массива горных пород

*Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-77

idsp: 000001:lj-31-01-2018-77

Аннотация

Основным показателем оценки напряженного состояния массива горных пород является коэффициент бокового распора, который может определяться разными способами. Достоверность прогноза коэффициента бокового распора зависит от умения определять корректно горно-геологические условия месторождений полезных ископаемых.

Ключевые слова: Напряженное состояние, массив горных пород, коэффициент бокового распора, горно-геологические условия.

Современное состояние этого вопроса базируется на понимании того, что основная сила, формирующая напряженное поле массива горных пород, определяется силой тяжести горных пород. Другие факторы и условия, которые могут изменять напряженное состояние массива горных пород, разными способами и коэффициентами привязывают к исходному напряженному состоянию от веса горных пород. Это увеличивает или уменьшает параметры напряженного поля массива горных пород. При этом выбор значений коэффициентов рассчитывается эмпирическим подходом или феноменологическими соображениями [1, 2]. Проблема прогноза тектонического влияния на напряженное состояние массива горных пород является актуальной в геомеханике. До сих пор нет разработанных теоретических методов анализа тектонического напряженного состояния массива горных пород [2]. Максимальные касательные напряжения с глубиной существенно возрастают, а величина прочности горных пород на глубине 2000 м по оценке касательных напряжений стремиться к величине вертикальной гидростатической гравитационной составляющей напряженного состояния массива. Поэтому, оценку естественного напряженного состояния массива на глубинах более 1500 м следует производить с учетом развития в горных породах существенных касательных напряжений соизмеримых с прочностью горных пород и с учетом возможности формирования нескольких сопряженных систем напряжений в массиве [2].

Естественное напряженное состояние массива горных пород определяется горно-геологическими условиями, которые являются функцией пространственных и временных координат. Напряжения в массиве горных пород возникают главным образом под действием веса горных пород. Кроме того, необходимо учитывать рельеф дневной поверхности. На глубине влияние этих факторов исчезает, и только собственный вес горных пород является причиной естественного напряженного состояния породного массива [1, 2].

Компоненты напряженного состояния массива по пространственным координатам распределяются неравномерно, что определяется горно-геологическими и структурными условиями месторождения полезных ископаемых. Вертикальная составляющая

напряжений от собственного веса горных пород будет расти по мере удаления от дневной поверхности, и на некоторой глубине массива составит:

$$\sigma_z^{(0)} = \int_0^H \gamma(z) dz. \quad (1)$$

Горизонтальные составляющие напряжений в массиве горных пород при условии отсутствия горизонтальных деформаций горных пород будут определяться коэффициентом бокового распора λ :

$$\sigma_x^{(0)} = \sigma_y^{(0)} = \lambda \int_0^H \gamma(z) dz, \quad (2)$$

где λ – коэффициент бокового давления (распора) в массиве горных пород.

Существуют несколько способов расчета коэффициента бокового распора. Например, по условию зависимости между напряжениями и деформациями с учетом изотропности упругих свойств горных пород определяется исходное напряженное состояние породного массива по гипотезе А.Н. Динника:

$$\lambda = \frac{\nu}{1 - \nu}, \quad (3)$$

где ν – коэффициент Пуассона горных пород.

Если коэффициент Пуассона равен 0,5, то это означает, что объемные деформации отсутствуют и коэффициент бокового распора равен единице.

При релаксации напряжений за длительный геологический период формирует начальное напряженное состояние с коэффициентом бокового распора близким к единице. В разрушенных породных массивах с прочностью пород близкой к нулю, коэффициент бокового распора равен [3]:

$$\lambda = \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho}, \quad (4)$$

где ρ – угол внутреннего трения разрушенных горных пород.

Взаимодействие внутренних полей напряжений при разгрузке в процессе генезиса осадочной породы препятствует полному освобождению накопленной энергии упругих деформаций [4]. Из области механики грунтов известно положение об одновременном действии двух систем напряжений: эффективных, связанных с передачей давления от внешней нагрузки нижележащим слоям породы, и нейтральных, связанных с гидростатическим напряжением. Поэтому, в системе уравнений «напряжение-деформация» должен быть еще один компонент, учитывающий это взаимодействие двух систем напряжений, сформированный в процессе образования осадочной горной породы. Если преобразовать уравнения (1, 2, 3) через разницу главных напряжений, например, $(\sigma_z - \sigma_x)$, то коэффициент бокового отпора можно будет интерпретировать следующим образом [2]:

$$\lambda = \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu}. \quad (5)$$

Таким образом, приведенные примеры определения естественного напряженного состояния массива горных пород показывают, что до сих пор не существует надежного метода прогноза устойчивости горных пород, особенно вокруг подземных горных выработок через известный в геомеханике коэффициент бокового распора. Остается только вопрос корректности или достоверности определения этого коэффициента в

зависимости от горно-геологических условий, который влияет на формирования естественного напряженного поля массива горных пород.

1. Иудин М.М. Естественное напряженное состояние массива горных пород кимберлитовых месторождений // Вестник Якутского государственного университета. – Якутск. – 2009. – Т.6. - №2. – С.25-31.
2. Иудин М.М. Напряженное состояние массива многолетнемерзлых горных пород // Отечественная геология – 2011. - №6. – С.72-76.
3. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. – М.: Недра, 1984. – 415 с.
4. Мороз А.И. К вопросу об определении коэффициента Пуассона осадочной горной породы // ФТПРПИ. – 2006. – №4. – С.59-68.