

УДК 622.441.61

М.А. Земляной, А.В. Денисов

**ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ
В КРОВЛЕ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ, ПРОВЕДЕННОЙ
В СЛОИСТОМ МАССИВЕ ОСАДОЧНЫХ
ГОРНЫХ ПОРОД**

Проведена вероятностная оценка свойств массива осадочных горных пород. Результаты вероятностной оценки показали необходимость применения при расчетах напряженно-деформированного состояния массива и давления на крепь подземных горных выработок функцию распределения по закону Гумбеля.

Ключевые слова: горное давление, осадочные породы, анкерная крепь.

Представление о влиянии на устойчивость горизонтальных горных выработок чередующихся разнопрочными и разномошными породами кажется общепринятым, но практически приемлемых разработок по учету структурной и механической неоднородности слоистых толщ очень мало. В настоящее время также отсутствуют теоретически обоснованные подходы оценки взаимосвязи литолого-структурных и механических показателей многослойной толщи пород, их влияния на управление устойчивостью горизонтальных горных выработок. Для большинства разработок характерно стремление обосновать возможность неучета неоднородности пород, что приводит к значительной идеализации условий проходки и крепления горнотехнических сооружений и их систем и, безусловно, снижению надежности принимаемых по ним решений. Такой подход существенно понижает полноту и достоверность данных в оценке условий управления горным давлением, поддержания горизонтальных выработок.

Оценка неоднородности многослойных толщ имеет большой практический интерес для решения вопросов

крепления с учетом структурной и прочностной неоднородности массива пород, охраны горизонтальных горных выработок, но и представляет собой инженерно-геологическую проблему первостепенной важности. Особенность здесь состоит в том, что неоднородность породного массива является причиной неоднородности поля напряжений вокруг горнотехнического сооружения, входящего в систему, которое связано как со строением массива, так и с процессом деформирования пород и с технологическим участием сооружения в горно-технологическом процессе. Несимметричность геомеханического состояния системы «крепь – породный массив» в первую очередь вытекает из литолого-структурной и механической неоднородности толщ пород (имманентный фактор), а также особенностей внешнего их нагружения. Поэтому характер и возможности управления массивом пород определяются уровнем напряженных неоднородностей, а построение физической модели деформирующегося массива неразрывно связано с условиями контактирования слоев пород и значений интегрального показателя, характери-

зующего механические свойства не одного породного слоя, а многослойной породной толщи.

Обзор научной литературы показывает, что определяющим во влиянии слоистой толщи на устойчивость горизонтальных горных выработок являются как величина, так и разница в прочности контактирующих породных слоев. Это положение вкладывается в обще-методические предпосылки: расширенную статистическую теорию хрупкой прочности Вейбулла, которая основывается на концепции наиболее «слабого звена» и принцип Парето.

Роль масштабного фактора количественно впервые была оценена В. Вейбуллом в 1939 г. Вероятность того, что весь материал объема V не разрушится, он представил как вероятность того, что не произойдет разрушение ни в одной единице объема этого материала.

В своей работе В.А. Ткачев по исследованию эффективных способов крепления и поддержания горных выработок отмечал, что степень эффекта крепления анкерной крепью зависит от трещиноватости, сплошности, механических характеристик массива, схемы расположения анкерной крепи и др. факторов. Предельные прогибы многослойных породных балок зависят от типа и конструкции анкерной крепи.

Как отмечает в своей работе Попов В.Н., [2] управление устойчивостью карьерных откосов, что физико-механические свойства пород изменчивы, зависят от большого числа различных факторов, среди которых трудно выделить доминирующий, поэтому для их оценки можно использовать нормальный закон распределения. Изменчивость сцепления и угла внутреннего трения обычно учитывают с помощью коэффициентов запаса, вводимых в определенные из испытаний показатели либо в общий коэффициент запаса устойчивости борта.

Вдовин В.В. в ряде допущений и приближений приходит к заключению о нормальном законе распределения напряжений в материале крепи.

В работе Г.Н. Савина по исследованию горного давления на крепь вертикальных стволов отмечалось, что нагрузка на крепь зависит от многих влияющих факторов и обладает значительной изменчивостью, которая кроме закономерной составляющей содержит неучтенную случайную составляющую. Напряжения в кровле горной выработки предполагается зависимым от некоторого количества факторов, каждый из которых является случайной величиной. Поэтому величина напряжений в крепи есть функция многих случайных аргументов и в итоге сама является случайной величиной. Для определения вероятности разрушения крепи необходимо знать законы распределения для прочности материала крепи и для действующих в крепи напряжений.

Левин В.В. доказывает результатами экспериментов, что величина горного давления на крепь шахтного ствола существенно отличается от ее распределения по закону Гаусса по своему коэффициенту вариации, не говоря даже о величинах скошенности и островершинности, которые могут достигать больших отклонений по сравнению с плотностью нормального закона распределения.

Исследования, проведенные на примере Новороссийского месторождения мергеля показывают, что величины горного давления на анкерную крепь горной выработки штольни, проведенной в борту слоистого скального массива ближе к функции распределения по закону Гумбеля. Расчеты проводились при помощи программного комплекса «Лиравизард» результаты обрабатывались математическим аппаратом модели обострения зоны концентрации напряжений в кровле горной выработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балек А.Е.* Управление напряженно-деформированным состоянием скального массива при подземной разработке рудных месторождений системами с обрушениями. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, 2007.

2. *Попов В.Н., Шпаков П.С., Юнаков Ю.Л.* Управление устойчивостью карьерных откосов: Учебник для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», 2008. 683 с.: ил. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Земляной М.А. – кандидат технических наук, докторант каф. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых (ГРМПИ), ООО.nis@mail.ru
Денисов А.В. – первый заместитель ген. директора ОАО НТЦ «Промышленная безопасность».

