

УДК 550.3 : 622.02 (075.8)

Дудко К. Л., старший преподаватель
Шиканов А.И., доцент, к.т.н.
(КузГТУ, г. Кемерово)
Dudko Konstantin, senior lecturer
Shikanov Aleksey, assistant professor, candidate of technical sciences
(KuzSTU, Kemerovo)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВ- ЛЕНИЯ КРУТОПАДАЮЩИХ ПОРОДНЫХ СЛОЕВ

DETERMINATION OF AVERAGE VALUES ELECTRICAL STEEP ROCK LAYERS

Разработка удароопасных месторождений регламентируется «Инструкцией по безопасному ведению горных работ...» [1], утвержденной постановлением Госгортехнадзора №86 от 24.11.99г. На основе неё разработаны или скорректированы уже действующие нормативные документы по безопасному ведению горных работ на железорудных месторождениях Сибири, склонных и опасных по горным ударам, в том числе и «Указания...» [2]. В данных указаниях изложены требования к проектированию, строительству и эксплуатации удароопасных месторождений Горной Шории. Существенное и важное место в них занимает прогноз и контроль удароопасности массивов горных пород.

Одним из основных методов прогноза удароопасности является электрометрический, используемый как для регионального, так и для локального определения степени удароопасности массива. Региональная напряженность массива и выявленные на основе этого пригуженных участков для последующего локального прогноза и контроля оценивается по изменению электросопротивления пород (снижение в упругой области). Наблюдения проводятся в квершлагах, подводящих к рудным телам, и в полевых штреках на всех эксплуатируемых и вновь вскрываемых горизонтах. При этом используется метод подземного электропрофилеирования. За критерий удароопасности при региональном прогнозе принят электрометрический коэффициент $K_{\rho} = \rho_{cp} / \rho_n$, где ρ_{cp} - среднее значение кажущегося сопротивления для профиля целиком или каждого структурного блока, ρ_n - кажущегося электросопротивления при неудароопасном состоянии. При локальном прогнозе удароопасности для определения степени удароопасности используется параметр напряженности $K_{\rho} = \rho_{н.м} / \rho_{min}$, где $\rho_{н.м}$ - сопротивление нетронутого массива, ρ_{min} - сопротивление в зоне максимальных нагрузок.

В процедуре определения степени удароопасности большую роль играют значения среднего электросопротивления ρ_{cp} и сопротивления в зоне максимума нагрузок ρ_{min} . Задача их определения схожа с задачей определения сопротивления пластов при изучении разрезов скважин, которые обычно представлены чередованием пластов и породных пропластков с различными удельными электрическими сопротивлениями (УЭС). Снимаемые с помощью различных зондов кривые кажущегося электросопротивления ρ_k значительно отличается от кривых для единичных пластов [3]. Это зависит от типа зонда, соотношения его размеров, мощности пластов и пропластков, диаметра скважины, соотношений размеров зонда и мощностей пропластков, мощности исследуемой толщи. Увеличение или уменьшение ρ_k вызвано не только влиянием сопротивлений пластов, но и влиянием мощности и сопротивления вмещающих пород. В случае, когда весь зонд находится в пределах пласта, то полученное значение ρ_k соответствует его УЭС. В остальных случаях сопротивление пласта $\rho_n = k \cdot \rho_k$, где k – поправочный коэффициент, зависящий от вышеперечисленных величин и соотношений и определяемый по специально разработанным палеткам. Для оценочных определений некоторых параметров разреза определяется ρ_{cp} как полуразность максимального и минимального значений ρ_k .

Квершлагги и полевые штреки, в которых проводится электропрофилирование, пересекают толщу пород, которая сложена слоями, ориентированными перпендикулярно к осям выработок [4].

Принимая во внимание размер сечения квершлаггов и полевых штреков, их длину и размеры измерительной установки, можно провести аналогию подземного профилирования в них с рассмотренными выше скважинными измерениями. По этому проблемы с определением необходимых для прогноза величин электросопротивлений также аналогичны. Однако, имеющийся аппарат обработки данных для скважинных измерений требует учета масштабного эффекта и без дополнительных теоретических и натурных исследований не может быть применен.

С точки зрения усреднения результатов измерение сопротивлений в многослойных средах интересен подход, применяемый при проектировании систем заземления и молниезащиты. Важным параметром здесь является определение сопротивления растеканию тока заземлителя в многослойной модели грунта [4]. При решении данной задачи, как правило, многослойная в электрическом понимании модель среды заменяется в зависимости от ситуации либо однослойной, либо двухслойной. Привидение i слоев к одному эквивалентному с УЭС $\rho_{эkv}$ проводится по формуле [5]:

$$\rho_{эkv} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\frac{h_1}{\rho_{k1}} + \sum_{i=2}^n \frac{h_i - h_{i-1}}{\rho_{ki}}}, \quad (1)$$

где h_i - толщина i -го слоя; ρ_{ki} - кажущееся удельное электросопротивление в i -том слое.

Для порожнякового квершлага Таштагольского рудника, где проводилось электропрофилерование и 09.04.2010 произошло сейсмическое событие ($E = 7,97E+03$ Дж) по действующей методике были определены электрометрические коэффициенты по средним значениям ρ_{cp} как для профиля целиком, так и для трех структурных блоков, пересекаемых этим блоком. Полученные значения K_ρ составили в первом случае 2,25, во втором – 3,51, 2,39 и 0,8. Это соответствует либо разгруженности массива, либо ($K_\rho = 0,8$) о возможности концентрации напряжений в выработке. Однако, после проведения измерений 05.04.2010 в блоке №33 произошел вывал с кровли, забоя восточного борта объемом - 7,5м³.

Поскольку борта квершлага представляют собой чередование слоев пород различного типа, то расчет K_ρ произведен с использованием формулы (1). Получено его значение, равное 0,42, что говорит о том, что напряжение в массиве достаточны для проявления толчка с энергией 10³ – 10⁵ Дж.

Полученный результат говорит о том, что представленное в указаниях [2] методика определений удароопасности массива по результатам подземного электропрофилерования требует уточнения.

Работа выполнена при поддержке «Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

Список литературы

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам : РД 06-329-99 / Федерал. горн. и пром. надзор России (Госгортехнадзор России), Науч.-техн. центр "Промышленная безопасность". М. : Научно-технический центр по безопасности, 2000. -66с.

2. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождения Горной Шории, склонных и опасных по горным ударам // Изд-во ВостНИГРИ. – Новокузнецк: 2001. – 55с.

3. Дахнов, В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. Недра. – Москва, 1982 г. - 448с.

4. Ослон, А.Б. Применение оптической аналогии к расчету электрических полей в многослойных грунтах / А.Б. Ослон, И.Н. Станкеева // Электричество. 1977. №11.-С. 77-79.

5. Якобс, А. И. Приведение многослойной электрической структуры земли к эквивалентной двухслойной при расчете сложных заземлителей. - Электричество, 1970, № 8, с. 19-22.