

УДК 622.27:550.3

В.М. Логачева, д-р техн. наук, проф., декан
(Россия, Новомосковск, РХТУ им. Д.И. Менделеева)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПО ИХ УДЕЛЬНОМУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ СОПРОТИВЛЕНИЮ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Проведен прогноз дифференциации массива горных пород по их удельному электрическому сопротивлению при решении геоэкологических задач.

Ключевые слова: горные породы, геоэкология, удельное электрическое сопротивление.

Применение электрометрических методов при решении геоэкологических задач для прогноза и оценки геологических нарушений с точки зрения прорывоопасности подземных вод основывается на дифференциации массива горных пород по их удельному электрическому сопротивлению. Известно, что породы состоят из твердой, жидкой и отчасти газообразной фаз. Твердая фаза представлена порообразующими минералами, жидкая - природными растворами, полностью или частично заполняющими поры и трещины горных пород, газообразная - природными газами.

Удельное электрическое сопротивление минералов, слагающих твердый скелет породы, составляет более 10^6 Ом·м. В природных условиях сопротивление подземных вод в зависимости от степени их минерализации колеблется от 10^{-2} до 10^2 Ом·м. Сопоставляя приведенные выше сведения, можно отметить, что удельное электрическое сопротивление минерального скелета на 4 - 8 порядков выше удельного сопротивления растворов, заполняющих его поры. Отсюда следует, что в горных породах ток течет, главный образом, через растворы. Этим определяется существенная зависимость сопротивления горных пород от их влажности, минерализации поровой жидкости, а также от структуры порового пространства. Влажность горных пород играет главную роль при электрометрических исследованиях условий обводненности угленосных пород. Зоны повышенной влажности выделяются на графиках электропрофилирования отрицательными аномалиями различной интенсивности. Следовательно, определив степень изменения ρ_k слоев горных пород в их естественном залегании, можно оценить и прорывоопасность аномальных участков. Кроме того, ориентировочно определяется влажность W в долях объема по формуле

$$\frac{W}{\rho_v} = \frac{1}{\rho_n} - \frac{1-n}{\rho_{ск}},$$

где ρ_v - удельное сопротивление воды, заполняющей поры, Ом·м; ρ_n - удельное сопротивление породы, Ом·м; $\rho_{ск}$ - удельное сопротивление минерального скелета, Ом·м; n - количество слоев.

Эта формула может быть упрощена. Так как $\rho_{ск} \geq 10^6$, а $n < 3$, то дробь $(1-n)/\rho_{ск} \rightarrow 0$, тогда $W = \rho_v / \rho_n$.

С целью определения влияния влажности горных пород на их электросопротивление рассчитывались для условий бассейна эмпирические зависимости (таблица). Из таблицы видно, что коэффициент корреляции r влажности горных пород и их кажущегося сопротивления высок.

Эмпирические зависимости кажущегося сопротивления горных пород от их влажности

| Основные литотипы в бассейне | Область распределения влажности, % | Вид функциональной зависимости $\rho_k = f(W)$ | Коэффициент корреляции, r |
|------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------|
| Суглинок | < 16 | 19270-1189 W | 1 |
| | > 16 | 937,1exp(-0,126W) | -0,981 |
| Глина плотная | < 14 | 11234,7-782,7W | 1 |
| | >14 | 2213,2exp(-0,209W) | -0,930 |
| Глина песчаная | <16,5 | 20070-1201 W | 1 |
| | >16,5 | 744,7exp(-0,11W) | -0,970 |
| Песок среднезернистый | < 9 | 21879-2365 W | 1 |
| | > 9 | 215,09exp(-0,07W) | -0,956 |
| Известняк слабо трещиноватый | < 4 | 4117,68-964,2W | 1 |
| | > 4 | 219,84exp(-0,280W) | -0,955 |

Однако потенциальными прорывоопасными зонами могут быть также и зоны сухих трещиноватых геологических нарушений, которые являются гидрогеологическими "окнами" между водоносным горизонтом и горной выработкой. В этом случае прорывы происходят при отработке лавы, когда имеет место нарушение геогидростатического равновесия в углевмещающих породах.

Прогнозирование нарушенных и обводненных зон в надугольных породах с привлечением электрометрических методов осуществляется на стадии эксплуатации угольных месторождений бассейна, то есть в период между окончанием проходки оконтуривающих штреков и пуском лавы (2 - 3 месяца). В это время предварительное водопонижение исчерпывает свои возможности и необходимо провести снижение остаточного столба воды в зонах геологических нарушений, выявив их электрометрическими методами.

Структурная схема геолого-геофизических исследований надугольного комплекса пород для прогнозирования в нем нарушенных и обводненных зон приводится на рисунке.



Структурная схема прогнозирования рационального ведения горных работ по данным геозекологических и геоэлектрических исследований углевмещающих пород

Можно представить следующую последовательность этапов исследований, которая является оптимально рациональной в силу проведенного изучения и анализа электрометрических методов прогнозирования, интерпретационных приемов, специфики геолого-гидрогеологических условий бассейна, а также по данным опыта геофизических исследований на шахтах бассейна.

На первом этапе анализируется и оценивается участок исследований с точки зрения уже имеющихся у геоэкологической службы шахт геологической и гидрогеологической информации по данным бурения, горных работ на соседних и близлежащих участках. По фондовому материалу данных стандартного каротажа углеразведочных скважин производится геоэлектрическая оценка углевлещающего комплекса пород. На основе перечисленных данных представляется возможность получить конкретную геоэкологическую характеристику исследуемого объекта.

V.M. Logachova

FORECASTING ROCK MASSIF DIFFERENTIATION BY THEIR ELECTRICAL RESISTANCE FOR SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Forecasting rock massif differentiation by their electrical resistance for solving environmental problems is discussed.

Key words: rock, ecology, specific resistance.

Получено 10.05.12