

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабаян Т. О.* О зоне сейсмогенного Ахурянского тектонического нарушения. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, т. XXXVII, № 5, с. 54—60.
2. *Бабаян Т. О.* Оценка сейсмической опасности северо-западной части АрмССР и территории г. Лениакана: Дисс. работа, ИГИС АН АрмССР, Л.: 1976. 144 с.
3. *Габриелян А. А. и др.* Сейсмоструктура Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1981, 270 с.
4. *Киссин И. Г.* Землетрясения и подземные воды. М.: Наука, 1982, 246 с.
5. *Лыков В. И. и др.* Особый вид быстрых тектонических движений. — В кн.: Современные движения Земной коры. Киев: Изд. Наукова думка, 1980, с. 327—345.
6. *Нерсесов И. И. и др.* Пространственно-временное распределение отношений времен пробега поперечных и продольных волн в Гармском районе. — В кн.: Экспериментальная сейсмология, М.: Наука, 1971, с. 334—360.
7. *Оганесян А. О.* Особенности изучения неприливных вариаций силы тяжести на Зангезурском геодинимическом полигоне. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIII, № 6, 1980, с. 69—76.
8. *Пушков А. Н., Оганесян С. О., Саркисян Г. В.* Локальные изменения геомагнитного поля при заполнении водохранилища на реке Азат и их интерпретация. — Геомагнетизм и Аэрономия, 1981, т. XXI, № 1, с. 155—160.
9. *Шебалин Н. В.* Макросейсмическое поле и очаг сильного землетрясения: Дисс. работа, М.: ИФЗ АН СССР, 1969, 266 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XXXIX, № 3, 68—71, 1986

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК: 550.83:553.31/9

С. Р. ПАЙЛЕВАНЯН, С. В. БАДАЛЯН

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТЫХ ЗОН ОКОЛОВЫРАБОТОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Важным этапом геофизического обслуживания рудников является исследование инженерно-геологического и технического характера, связанное со строительством горных предприятий и эксплуатации рудников.

Увеличение объема и фронта разведочных и эксплуатационных работ вносит изменения в естественную обстановку месторождения, значительно расширяет объем подземных пустот, тем самым влияя на динамику подземных вод, интенсивность и характер обводнения горных выработок.

Применение методов подземной геофизики для решения горно-технических и гидрогеологических задач на действующих горнорудных объектах республики пока носит лишь опытный характер.

Выявление местоположения крупных тектонических нарушений и разломов, пересекающихся горной выработкой, с точки зрения изучения горнотехнических условий представляет важное практическое значение. Чаще всего по зонам разломов отмечаются выпирание и обрушение пород. Для обеспечения безопасности ведения горнопроходческих работ, участки ослабленных зон бетонируются или закрепляются деревянной крепью.

При закреплении раздробленных контактовых полостей разнообразных пород наблюдается повышение горного давления, выраженное в выпирании пород кровли и стенок, в результате чего отмечается непрерывная деформация и разрушение деревянных крепей. Увеличение горного давления связано с перераспределением зон концентрации напряжений.

В реальных условиях на распределение напряжений существенное влияние оказывает трещиноватость поверхностного слоя, окружающего выработку. Наличие этих трещиноватостей приводит к тому, что максимальное значение напряжений наблюдается не на поверхности выработки, а на некотором расстоянии по радиусу.

Вокруг цилиндрической выработки возникают три зоны: зона ослабленных пород, зона сильных давлений, зона естественных давлений [2].

Исследованиями устойчивости подземных выработок констатируется то обстоятельство, что с течением времени вокруг выработки образуется зона разрушения горных пород (пластическая зона), где возможен вывал породы в выработку.

Задача определения мощности зоны измененных проходкой пород достаточно успешно решается подземными сейсмондированиями корреляционным методом преломленных волн (КМПВ) [1]. Так, для Севанского автодорожного тоннеля указанная величина, по данным подземных сейсмопрофилерований, составляет около 3÷5 м, а для Гарнийской подземной обсерватории—2 м (рис. 1).

Сейсмондирование вдоль различно ориентированных выработок позволило получить полярные диаграммы скоростей в плане для изу:

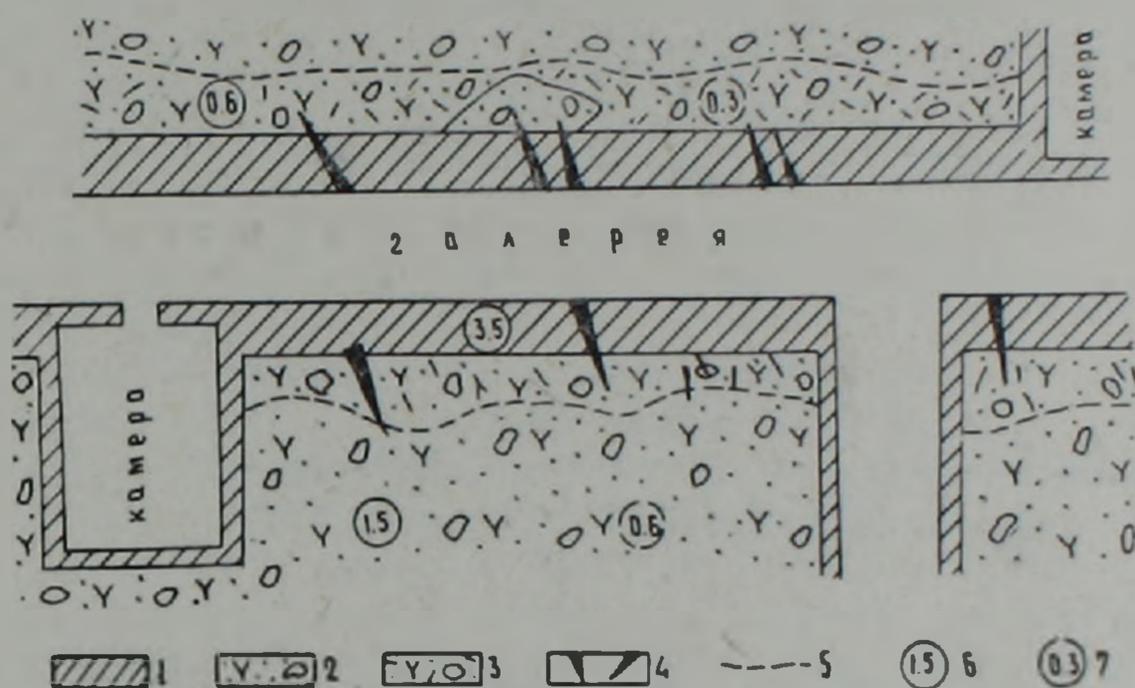


Рис. 1. Выделение ослабленных зон и трещин методом сейсмоакустики. 1. Бетонная облицовка. 2. Андезитовые туфобрекчии. 3. Те же, трещиноватые. 4. Трещины. 5. Границы ослабленных пород. 6, 7. Значения скоростей распространения продольных и поперечных волн, в км/с.

чаемого горизонта. С целью выявления корреляционной зависимости между величинами скоростей продольных волн и действующих напряжений были проведены лабораторные ультразвуковые исследования на образцах под давлением. Измерения скоростей упругих волн производились под плавно меняющейся нагрузкой, величина которой достигала значений, превосходящих предел прочности образцов. Это позволило помимо определения величины предела прочности на сжатие также контролировать процесс трещинообразования в образце [3].

Установлено, что для образцов каменной соли существует линейная корреляционная зависимость между скоростью распространения продольных волн и пределом прочности на сжатие, которая описывается уравнением:

$$V_p = (0,26 \sigma_{сж} + 4050) \text{ м/с}, \quad (1)$$

где значения σ в единицах МПа с пределом применимости

$$4 \text{ км/с} \leq V_p \leq 4,5 \text{ км/с},$$

а значения $\sigma_{сж}$ в единицах МПа.

Предел применимости формулы (1) охватывает напряжения в диапазоне $7,5 \text{ МПа} < \sigma_{сж} < 1500 \text{ МПа}$.

Так как ослабленные (трещиноватые) зоны характеризуются низкими значениями предела прочности на сжатие, считается возможным, используя формулу (1) по значениям скоростей упругих волн, разделить зоны по степени их трещиноватости.

Для выявления ослабленных водообильных зон в околоразрабатываемом пространстве на Ахталском и Шамлугском месторождениях были проведены подземные электроразведочные работы методом сопротивления. Исследование показало, что в зависимости от степени трещиноватости и водонасыщенности породы, слагающие массив, по электрическим свойствам хорошо дифференцируются. По мере увеличения удельной трещиноватости пород удельное электрическое сопротивление их уменьшается от $2 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10$ Ом, что свидетельствует о высокой степени водонасыщенности.

Наряду с установлением очагов водонакопления и пустот, подземные электропрофилерования фиксируют общий характер водонасыщенности вокруг разрабатываемого пространства. Так, например, на основании гидрогеологических исследований Ахталского месторождения установлено, что центральный участок горизонта 16, располагающийся под выработками западного фланга штольни 7, вследствие дренирующего влияния последней, обводнен весьма слабо. Последнее согласно параметрическим измерениям выражается различием в значениях удельного электрического сопротивления кварцевых порфиров, штольни 7 и аналогичных пород горизонта штольни 16 (рис. 2).

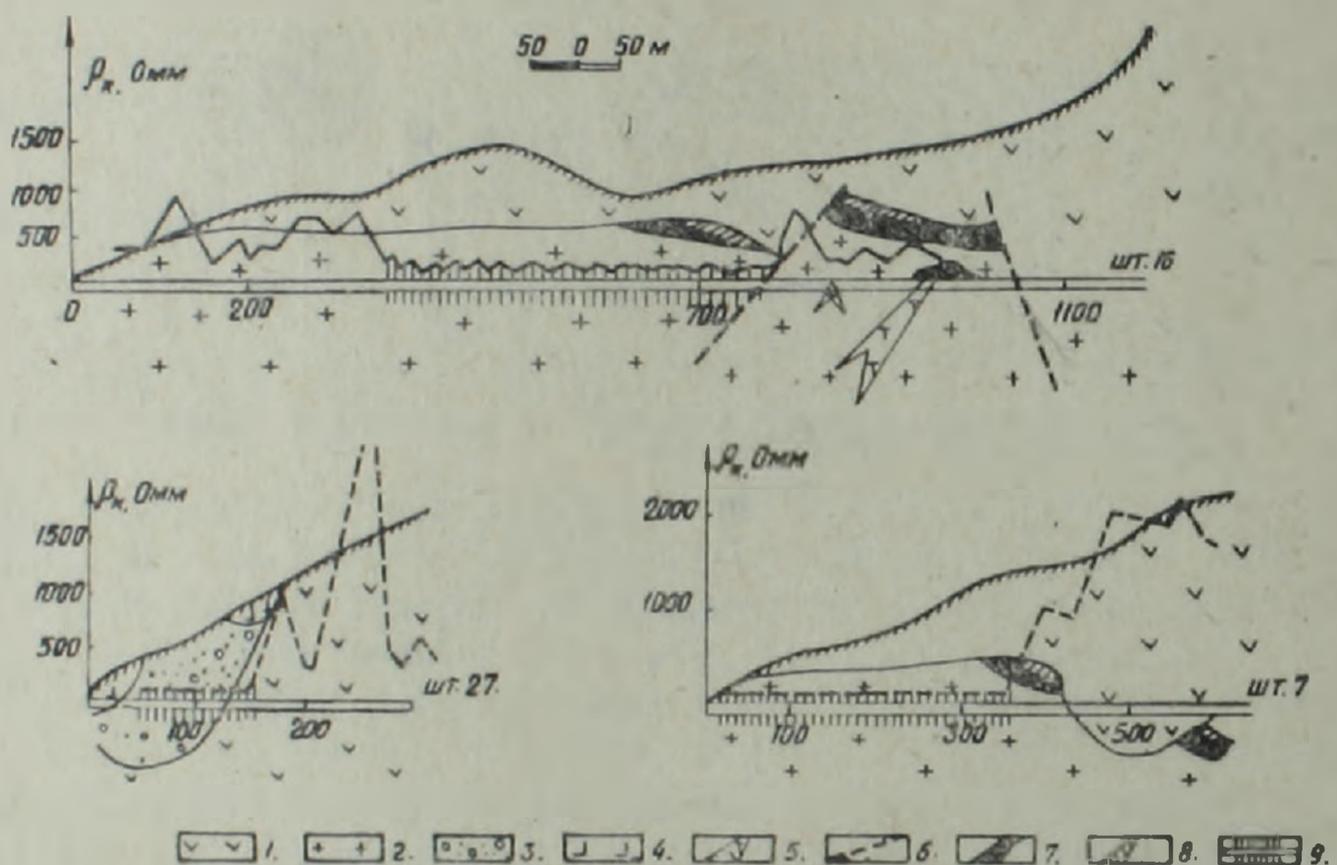


Рис. 2. Результаты подземных электроразведочных работ методом сопротивлений. 1. Порфириты. 2. Кварцевые порфиры. 3. Древний аллювий. 4. Базальты. 5. Дайки фельзит-порфиров. 6. Тектонические нарушения. 7. Полиметаллические руды. 8. Баритовые руды. 9. Интервалы крепления горных выработок.

С целью выяснения эффективности применения электропрофилерования при выявлении ослабленных зон, подлежащих закреплению, нами были проведены исследования на закрепленных участках выработки. Исследования по методу сопротивления (симметричное электропрофилерование) вдоль штольни 1, 16 и 27 Ахталского месторождения показали, что закрепленные участки выработки (ослабленные зоны) сопровождаются четкими минимумами кажущегося удельного электрического сопротивления, местами оно достигает $10 \div 20$ Ом, тогда как в неизмененных породах той же штольни ρ_k превышает тысячи Ом (рис. 2). В результате, метод симметричного электрического профилерования рекомендуется применять при выявлении ослабленных зон и уточнении границ участков, подлежащих закреплению.

Важным этапом горнопроходческих работ является опережающая разведка впередизабойного пространства. При выявлении в впередизабойном пространстве ослабленных, закарстованных или водонасы-

щенных зон успешно может быть применена трехэлектродная модификация (AMN, B) метода электропрофилеирования.

Известно, что вода, проникая в трещины горных пород, нарушает связь между частицами, расширяет их, тем самым снижая прочностные свойства породы. Так что выделанные методом электроразведки участки пониженного значения удельного электрического сопротивления (то есть зоны ослабленные—водонасыщенные) очень разупрочнены и, в первую очередь, подлежат закреплению.

Надо отметить, что методы электроразведки успешно комбинируются с сейсмоакустическими методами при выявлении и уточнении ослабленных—водонасыщенных зон. В сухих трещиноватых породах эта комбинация считается нецелесообразной, ввиду плохой дифференциации пород по удельному электрическому сопротивлению (рис. 1, шт. 16, пк 260).

1. Образующаяся в результате проходки трещиноватость горных пород затрудняет выделение зон тектонических нарушений. Возникает необходимость применения подземных сейсмо- и электроразведочных исследований, позволяющих исследовать разные глубины.

2. Комбинирование методов сопротивлений с методами сейсмоакустики позволяет повысить достоверность полученных результатов, решать задачи, связанные с определением неоднородностей в массиве вокруг горной выработки, уточнить зоны, подлежащие укреплению, и типы необходимых крепижей.

3. При подземных электроразведочных исследованиях учет влияния горной выработки производится с помощью коэффициентов В. К. Хмелевского, а при электропрофилеировании, за счет постоянства разносов установки: искажающее влияние выработки принимается постоянной.

4. Особенности проведения подземных сейсморазведочных исследований обусловлены: ограниченностью азимутов наблюдений; возбуждением упругих волн ударами; изменением структуры упругих волн в связи с их распространением вдоль горных выработок, имеющих радиус сечения, соизмеримый с длиной полезных волн; влиянием горного давления на характер распространения сейсмических волн; спецификой упругих волн вблизи источников колебаний; возможностью регистрации упругих волн, как по стенкам, так и по подошве и кровле выработок.

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН Армянской ССР

Поступила 27. I. 1984.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Газарян Г. О., Пайлеванян С. Р. Инженерно-геофизические исследования при оценке состояния подземного сооружения. Геофизические методы контроля напряжений в горных породах. Новосибирск, 1980.
2. Завриев Г. П. Испытание горного давления в тоннелях. Гидротехническое строительство, 1954, № 7.
3. Пайлеванян С. Р., Газарян Г. О. Об определении корреляционных зависимостей между прочностными и упругими свойствами пород Ереванского солерудника. Тез. докл. Всес. совещ. по разработке и комплексир. геофиз. методов при разведке рудных м-ний, Ленинакан, 1982.