

УДК 620.179.16: 550.3

**М.Д. Молев, А.В. Меркулов**

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК ПРИ ОСВОЕНИИ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

*Предложена методика геоакустического поиска плоскостей ослабленного механического контакта (ОМК) в массиве горных пород при проведении выработок в сложных горно-геологических условиях.*

*Ключевые слова: строительство, горные породы, спектральная геоакустика, тампер, шахта.*

---

**И**ntenсификация строительства объектов метрополитена и других подземных транспортных сооружений в Москве требует применения современных горностроительных технологий с использованием полномасштабной информации о строении массива горных пород.

Важной технической проблемой при проведении выработок в сложных горно-геологических условиях является выбор и расчет параметров крепи.

Существующие методы геологического прогноза не позволяют с достаточной степенью надежности решить данную задачу, а бурение разведочных шпуров является весьма трудоемким и дорогостоящим и не всегда технически осуществимым в подземных условиях процессом.

В последние годы с целью прогноза горно-геологических условий успешно применяются подземные геофизические методы, которые, используя различие в физических параметрах геологических объектов, обеспечивают пространственную оценку нарушенности массива горных пород.

Здесь необходимо подчеркнуть технико-экономические преимущества горной геофизики перед другими методами прогнозирования: высокую разрешающую способность разведки, надежность информации, оперативность выполнения, относительно низкие материальные затраты на проведение измерений и подготовительные операции.

По результатам сопоставительного анализа прогнозных и фактических данных надежность обнаружения нарушенной зоны и определения ее местоположения в плане шахтного поля составляет 80 — 93 %.

Геофизические исследования, в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий, осуществляются следующими методами: симметричного электропрофилирования с использованием установок А1М1N1В и А9,5М1N9,5В, отраженных сейсмических волн и спектральной геоакустики. Основная роль на второй стадии прогнозирования, называемой картированием, отводится акустической резонансной дефектоскопии, которая в силу своей физической ос-

новы с удовлетворительной для принятия технологических решений точностью «чувствует» расслоение горных пород – плоскости ослабленного механического контакта (ОМК).

Методика геоакустического поиска плоскостей ОМК не представляет особой технической сложности и заключается в измерении по профилю с шагом 1—2 м резонансных колебаний пород кровли или почвы горной выработки. Указанные колебания возникают в горном массиве при ударном возбуждении посредством специального устройства — тампера на расстоянии 1,5—5 м от точки наблюдения. Параметры регистрируемого геоакустического сигнала, согласно современным физическим представлениям, определяются геометрическими размерами породных слоев и их физико-механическими свойствами [1, 2]. На основе анализа результатов экспериментальных исследований установлено, что амплитуда резонансного отклика зависит от степени ослабления механического контакта между слоями горных пород. Регистрация колебаний в шахтных условиях осуществляется специально разработанными переносными геоакустическими спектро-анализаторами или модернизированными кассетными магнитофонами. Для надежного решения задачи картирования ОМК выполняется два профиля: по кровле и почве горной выработки.

По результатам измерений строятся амплитудно-частотные кривые с использованием пакета прикладных компьютерных программ, основанных на математической теории быстрых преобразований Фурье. Графики обрабатываются с привлечением методов корреляционного и регрессионного анализа для определения амплитуд и резонансных частот и идентификации принадлежности резонанс-

ных максимумов плоскостям ОМК. В итоге обработки экспериментальных данных определяются расстояния до плоскостей ослабления по профилю наблюдений. Полученная геофизическая информация используется для расчета параметров нарушенной зоны и технико-экономических показателей проведения и крепления горной выработки.

Анализ материалов экспериментальных работ показал высокую технологичность и оперативность акустической резонансной дефектоскопии массива горных пород. На производство всего цикла геофизических исследований затрачивается максимально две рабочих смены, включая подземные измерения и камеральную обработку результатов. При необходимости время исследований можно сократить, проведя их в «экспрессном» варианте, предусматривающем интерпретацию полученных данных непосредственно под землей. Оперативная оценка материалов осуществляется при наличии малогабаритных компьютеров системы «notebook», в память которых заложены эталонные амплитудно-частотные графики и программы расчета, или специальных палеток кривых и номограмм в распечатанном виде.

Специально разработанный и апробированный методический прием, заключающийся в том, что геоакустические измерения начинаются от контрольной точки, в которой известно расстояние до плоскостей ОМК, позволяет по материалам исследований надежно провести картирование плоскостей вдоль горной выработки. Геофизическая информация совместно с геологическими данными о литологическом составе и физико-механических свойствах горных пород, является надежной основой для расчетов паспортов крепления и эле-

ментов технологических схем проведения горных выработок.

Сопоставление прогнозных и фактических данных по 29 участкам шахт, расположенных в различных угольных бассейнах России и Украины, показало вполне удовлетворительные с практической точки зрения результаты использования геоакустического спектрального метода для оценки величины расслоения массива горных пород. Достоверность геофизических данных подтверждает тот факт, что за двадцать лет, в течение которых технологи шахт используют геоакустическую информацию для

выбора схем проведения выработок, не было случаев обрушения пород кровли или значительной деформации элементов крепи.

Полученные технико-экономические показатели геофизического прогнозирования строения пород кровли при проведении подготовительных горных выработок на шахтах Донбасса с учетом анализа конкретных горно-геологических условий позволяют рекомендовать описанные подземные геофизические методы для широкого промышленного использования при освоении подземного пространства Москвы и других городов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бауков Ю.Н., Данилов В.Н. Физические основы резонансного метода контроля расслоения кровли горных выработок // Изв. ВУЗов. Горный журнал. — 1988. — N 11.

2. Молев М.Д. Геофизическое прогнозирование горно-геологических условий подземной разработки угольных пластов / Юж. — Рос. гос. техн. ун-т. — Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2000. **ГИАБ**

#### Коротко об авторах

Молев М.Д. — доктор технических наук, профессор; декан факультета Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса (г. Шахты, Ростовской обл.), профессор ЮРГТУ (НПИ);

Меркулов А.В. — кандидат технических наук, доцент; доцент ШИ(ф) Южно-Российского Государственного Технического Университета (г. Шахты, Ростовской обл.).  
e-mail: ngty@novoch.ru



**Если бы я взялся за распространение ГИАБ в нашем регионе, мне полагалось бы какое-нибудь вознаграждение?**

Распространители ГИАБа получают 15 % от суммы подписки, организованной с их помощью.

