

УДК 681.3: 622.23: 550.83

М.Д. Молев, А.В. Меркулов

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Рассмотрены вопросы информационного обеспечения подземных горных работ. Предложен комплекс геофизических методов, обеспечивающий получение необходимой информации для выбора оптимальной технологии проведения подготовительных выработок.

Ключевые слова: шахта, сейсмические волны, спектральная геоакустика.

В современных экономических условиях основной целью любой, в том числе шахтостроительной, фирмы является завоевание своего сегмента на рынке и получение максимальной прибыли. Одним из магистральных путей достижения необходимых экономических результатов является снижение нетвородительных материальных и финансовых затрат.

Основным методом снижения издержек при освоении подземного пространства следует считать обоснованное пространственно-временное планирование горных работ по элементам техники и технологии. Выбор эффективной технологии и горно-проходческой техники в решающей степени определяется достоверностью комплексной оценки горно-геологических и горнотехнических условий на конкретном участке горного массива. Немаловажным фактором в данном комплексе является возможность получения объективной информации о безопасности ведения горных работ. Таким образом, для устойчивого экономического развития шахтного проходческого предприятия требуется научно-техническая проработка плановых решений. Основываясь на анализе многолетней практики реализации указанных проектов, ав-

торы в качестве базового элемента выделяют перспективный прогноз, включающий комплексную информацию о состоянии массива горных пород как на участке, планируемом к освоению, так и смежных районах (панелях, шахтах).

Прогнозирование служит научной базой для разработки проекта проведения горных выработок и выявления тенденций развития предприятия на перспективу. Достоверность и надежность геологических прогнозов в значительной степени зависит от принятой методологии исследований, которая должна включать базовые теоретические положения и совокупность способов их практической реализации для решения конкретной проблемы [1]. Неотъемлемой составной частью принятой методологии является логическая последовательность использования путей осуществления поставленной цели. Для практики планирования и прогнозирования исключительную ценность представляет обоснование построения комплексной прогнозной системы как совокупности взаимосвязанных научно-технических, методических и организационных элементов, обеспечивающих получение достоверной информации о строении углепородного

массива. Основными элементами прогнозной системы являются законы, принципы, объекты, ретроспективные исходные данные, модели и методы прогнозирования. Приведенные элементы системы прогнозирования тесно взаимосвязаны между собой, их совокупное влияние на качество прогноза является определяющим.

Важнейшим элементом прогнозной системы является «ретроспективная» информация, которая отражает тенденции и закономерности, присущие конкретному исследуемому объекту и процессу, например, массиву горных пород и динамике его поведения в процессе подготовительных работ. Необходимые для ретроспективного анализа материалы проектировщики получают как из специальной литературы (справочники, геологические отчеты и т.п.), так и опытно-методическим путем (посредством натурных наблюдений на проектируемом участке). На основе требований к исходной информации определяются методы ее получения и обработки.

Далее разрабатывается модель прогнозирования, т.е. формализованное описание основных требований, а также критериев оптимальности, которые должны быть соблюдены при подготовке наилучшего варианта прогноза. Следующая стадия заключается в выборе метода прогнозирования, с помощью которого реализуется сформированная модель и разрабатывается алгоритм решения задачи.

Укрупненную схему решения задачи прогнозирования можно представить в виде следующей логической цепочки: разработка алгоритма решения прогностической задачи → экспериментальное моделирование → анализ вариантов прогнозов → обоснование выбора оптимального варианта прогноза.

При построении прогнозной системы должны быть учтены следующие

принципы: системности, оптимальности, непрерывности, адекватности, вариантности, верифицируемости и эффективности.

Одним из основных этапов разработки прогноза является выбор метода получения информации. Главным фактором, который должен быть положен в основу выбора данной процедуры, является наличие существенной связи между методом и объектом. Теснота указанной связи определяется посредством построения матрицы «признаки объекта — методы прогнозирования». При выборе метода прогнозирования необходимо учитывать объект прогнозирования, объемы и уровни имеющейся и требуемой информации, накопленный опыт применения различных методов для решения определенных проблем.

Традиционные геологические методы не позволяют с достаточной степенью надежности получить информацию о строении и состоянии массива горных пород, а бурение разведочных шпуров и скважин является весьма трудоемким и дорогостоящим и не всегда технически осуществимым в подземных условиях процессом.

С семидесятых годов XX века для прогнозирования горно-геологических условий успешно применяются подземные геофизические методы, которые, используя различие в физических параметрах геологических объектов, обеспечивают пространственную оценку строения 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 геофизической информации о строении горного массива составляет 80—93 %.

Геофизические исследования, в зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий, осуществляются следующими методами: симметричного электропрофилирования, отраженных сейсмических волн, спектральной геоакустики и радиолокации. Основная роль на второй стадии прогнозирования, называемой картированием, отводится акустической резонансной дефектоскопии, которая в силу своей физической основы с удовлетворительной для принятия технологических решений точностью «чувствует» расслоение горных пород по плоскостям ослабленного механического контакта (ОМК).

Физической основой применения резонансно-акустического метода для геомеханической оценки массива горных пород заключается в том, что геометрические размеры ОМК (в вертикальном направлении) и качество сцепления между ними однозначно формируют параметры геоакустических колебаний, проходящих через массив. При этом мощность городного слоя обратно пропорциональна частоте регистрируемого сигнала, а степень ослабления между контактами коррелируется с амплитудой колебаний. Количество плоскостей ослабления в кровле горной выработки определяется числом резонансных максимумов регистрируемого сигнала.

Технология геоакустического поиска плоскостей ОМК 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. Регистрация колебаний в подземных условиях осуществляется переносными геоакустическими спектро-анализаторами или кассетными магнитофонами. Для надежного решения задачи картирования ОМК выполняется два профиля: по кровле и почве горной выработки.

По результатам измерений строятся амплитудно-частотные зависимости с использованием прикладных компьютерных программ, основанных на математической теории быстрых преобразований Фурье. Графики обрабатываются с привлечением методов корреляционного анализа для определения амплитуд и резонансных частот и идентификации принадлежности резонансных максимумов плоскостям ОМК. В результате обработки экспериментальных данных определяются расстояния до плоскостей ослабления по профилю наблюдений. Полученная геофизическая информация используется для расчета технико-экономических показателей проведения и крепления горной выработки [2].

Анализ материалов экспериментальных работ показал высокую технологичность и оперативность акустической дефектоскопии горного массива. На производство всего цикла геофизических исследований затрачивается максимально две рабочих смены, включая подземные измерения и камеральную обработку результатов. При необходимости время исследований можно сократить, проводя их в «экспрессном» варианте, предусматривающем интерпретацию полученных данных непосредственно под землей.

Специально разработанный и апробированный методический прием, заключающийся в том, что геоакустические измерения начинаются от кон-

трольной 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 элементов технологических схем проведения горных выработок.

Сопоставление прогнозных и фактических данных по 49 участкам шахт, расположенных в различных угольных бассейнах России и Украины, показало вполне удовлетворительные с практической точки зрения результаты использования резонансно-акустического

метода для оценки расслоения массива горных пород. Достоверность геофизических данных подтверждает тот факт, что за двадцать лет, в течение которых технологии шахт используют геоакустическую информацию для выбора схем проведения выработок, не было случаев обрушения пород кровли или значительной деформации элементов крепи. Полученные технико-экономические показатели применения геофизического прогнозирования строения горного массива с учетом анализа конкретных горно-геологических условий позволяют рекомендовать описанные подземные геофизические методы для широкого промышленного использования в шахтном строительстве, а также при освоении подземного пространства Москвы и других городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молев М.Д. Методология контроля и прогнозирования состояния углепородного массива / ГИАБ. – 2007. – № 3. – С. 159–162.
 2. Молев М.Д. Геофизическое прогнозирование горно-геологических ус-
- ловий подземной разработки угольных пластов / Юж. — Рос. гос. техн. ун-т. — Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2000. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Молев Михаил Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, декан, Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, Меркулов Анатолий Васильевич — кандидат технических наук, доцент, Южно-Российский государственный технический университет (НПИ), ngtv@novoch.ru



«УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» ВНЕДРЯЕТ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

«Уральская Сталь» запускает в эксплуатацию воздухоразделительную установку КдАр 30 (ВРУ № 5) в кислородно-компрессорном цехе и проводит горячее опробование установки вакуумирования стали в электросталеплавильном цехе (ЭСПЦ). Эти проекты нацелены на повышение безопасности производства, расширение ассортимента продукции и повышения ее качества.