

УДК 622.23.05: 622.235

Б.М. Кенжин, Ю.М. Смирнов, С.В. Стюков

ОПЫТ ВИБРАЦИОННО-СЕЙСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА НА ШАХТАХ КАРАГАНДИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Разработан новый вибрационно-сейсмический метод мониторинга состояния углепородного массива. В результате экспериментальных и промышленных испытаний установлена высокая эффективность метода при выявлении тектонических нарушений углепородного массива.

Ключевые слова: углепородный массив, газодинамические явления, сейсмоакустический метод.

Необходимость обеспечения максимальной безопасности труда шахтеров и применение на шахтах высокой производительности комплексов ставят перед геолого-маркшейдерской службой важную задачу – обеспечение надежного прогноза горно-геологических условий залегания угольных пластов и, в первую очередь, их тектонической и генетической нарушенности.

При добыче полезных ископаемых в мировом масштабе характерны два фактора, являющихся потенциальными причинами техногенных катастроф. Первый заключается в увеличении глубины залегания добываемых полезных ископаемых. Вторым фактором является требования рынка к повышению производительности труда горняков, т.е. к интенсификации разработки месторождений. Такие условия добычи повышает опасность проявления техногенных катастроф. В частности, в угледобывающей промышленности это газодинамические явления (внезапные выбросы угля, породы и газа). Подобные явления приводят к

значительным потерям людских ресурсов, к остановке и простоям технологического процесса добычи, к восстановлению горных выработок, машин, механизмов и агрегатов.

С другой стороны, разработка угольных месторождений без предварительного детального прогноза условий залегания пластов, их тектонической нарушенности и мониторинга состояния углепородного массива при проведении горных работ значительно снижают экономическую эффективность новой техники и новых технологических процессов.

В связи с этим, внимание научных и инженерных работников угледобывающей промышленности в последние годы приковано к созданию эффективных методов мониторинга состояния углепородного массива и прогноза газодинамических явлений. Наиболее эффективным методом при этом является сейсмоакустический, основанный на возбуждении и приеме упругих колебаний в горном массиве. Возбуждение упругих колебаний предполагает согласование параметров источника с массивом.

Это позволяет при соответствующем техническом и технологическом сопровождении значительно повысить эффективность сейсмоакустических исследований и соответственно повысить эффективность и уровень безопасности работ.

Применяемый шахтный сейсмоакустический метод позволяет решать многие вышеперечисленные проблемы [1]. В Караганде этот метод применялся с 1980 по 1995 гг. Использовалась взрывобезопасная сейсмоакустическая аппаратура, первоначально МДГБ (ФРГ), затем ШСС-1 «Дружба» (Украина).

В шахтной сейсмоакустике применяют два метода: отраженных и проходящих волн.

Условием успешного применения метода отраженных волн для картирования тектонического нарушения является такое расположение горных выработок и нарушения, которое позволяет проводить прием отраженных волн. Геофоны и пункты возбуждения колебаний находятся в одной выработке. При методе проходящих волн определяется качество пласта, есть нарушение или нет и его примерная амплитуда относительно мощности угольного пласта.

Опыт работы в Карагандинском бассейне показал, что достаточно надежно картируются геологические нарушения до полумощности угольного пласта. При методе отраженных волн достоверность около 75 %, при методе проходящих волн – до 95 %. По траектории движения частиц относительно фронта, сейсмические волны делятся на продольные Р, поперечные S и поверхностные (Релея, Лява, Лэмба, Стоунли). Шахтная сейсморазведка имеет дело с поверхностными волнами. Представляя в первом приближении угольный пласт однородным слоем,

заключенным в однородной вмещающей среде, отметим, что скорость распространения продольных волн в углях 1000-1500 м/с. Скорость же продольных волн во вмещающей среде порядка 2000-4000 м/с. Таким образом, мы можем считать угольный пласт низкоскоростным волноводом. В общем случае, в угольных пластах образуется так называемая каналовая волна в результате интерференции поверхностных волн Релея и Лява.

Каналовые волны от интерференции поверхностных волн Релея поляризуются в плоскости пласта с преимущественным смещением вдоль направления распространения волн.

Каналовые волны от интерференции поверхностных волн типа Лява поляризуются в плоскости пласта с преимущественным смещением перпендикулярно направлению движения волны, они обладают наибольшей амплитудой в пласте угля, во вмещающих же породах они затухают по экспоненциальному закону по мере удаления от пласта.

Как и все интерференционные волны, каналовые волны обладают дисперсией, т.е. зависимостью скоростей волн от частоты. В результате дисперсии возникают длинные цуги волн, при этом необходимо различать так называемые фазовую скорость и групповую скорость. Групповая скорость ниже фазовой, самая значительная разница лежит в области минимальных скоростей. Этот минимум в общем пакете волн называется фазой Эйри. Из анализа дисперсионных кривых устанавливается, что фаза Эйри находится в конце пакета каналовых волн и имеет высокие амплитуды.

При интерпретации данных шахтной сейсморазведки используют фазовую скорость, более точнее, фазу Эйри.

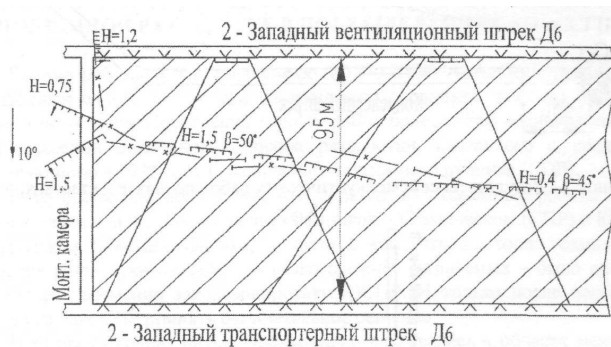


Рис. 1. Результаты сейсмоакустических работ по шахте им. Ленина

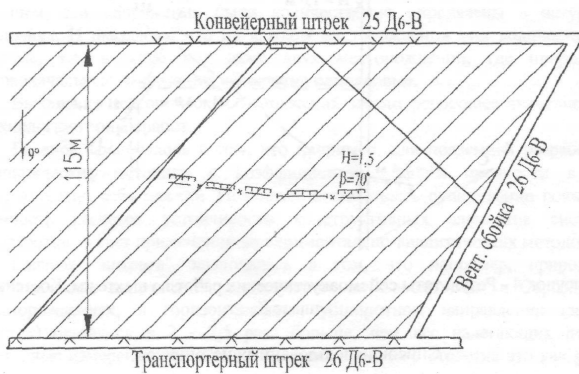


Рис. 2. Результаты сейсмоакустических работ по шахте им. Ленина

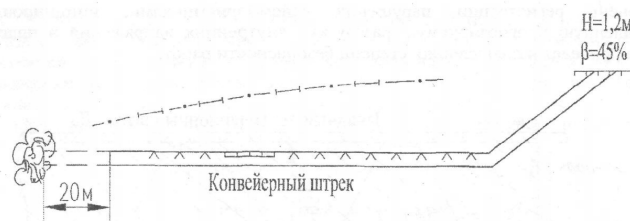


Рис. 3. Результаты сейсмоакустических работ по шахте Актаская, пласт К₁₀

На рис. 1 и 2 приведены результаты сейсмоакустических работ по шахте им. Ленина пласт Д₆.

На этих участках применялись два метода: отраженных и проходящих волн. Видно, что надежно про-

слежены нарушения, встреченные горной выработкой (рис. 1) и нарушение, вскрытое только очистными работами рис. 2).

На рис. 3 приведены результаты сейсмоакустических работ по шахте Актаская пласт К₁₀. На этом участке применялся только метод отраженных волн. Вскрытое горной выработкой нарушение амплитудой смещения $H = 1,2$ м (рис. 3) было прослежено вглубь массива и сделано предположение о том, что через 20-25 м горная выработка встретит нарушение углепородного массива. В дальнейшем сейсмоакустический прогноз полностью подтвердился, произошло газодинамическое явление.

На рис. 4 показаны результаты сейсмоакустических работ по шахте им. Костенко пласт К₁. Применялась аппаратура МДГБ производства Германии. Работы проводились на низ шахтного поля. Методом отраженных волн были выделены отражающие горизонты I, III, IV, проинтерпретированные как нарушения более полумощности пласта (I) и менее полумощности (III, IV).

Пройденные впоследствии горные выработки полностью подтвердили сейсмоакустический прогноз.

В настоящее время разработан и прошел заводские испытания адаптивный метод воздействия на углепородный массив. Сущность его заключается в следующем.

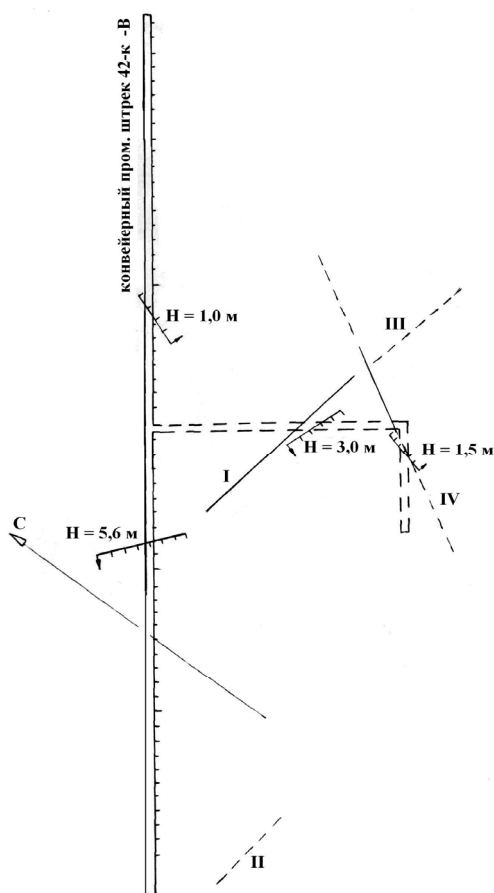


Рис. 4. Результаты сейсмоакустических работ по шахте им. Костенко, пласт К₁

При воздействии на пласт колебаниями с регулируемой частотой, формой импульса и скважностью

происходит поднастройка частоты вынужденных колебаний к собственной частоте нарушения, возникает резонанс, приводящий к резкому усилению отраженного сигнала, и обеспечивается максимально высокая степень регистрации сейсμοприемниками.

При воздействии на пласт колебаниями с регулируемой амплитудой

силы происходит регулирование закачиваемой в пласт энергии, что приводит к изменению внутренней энергии вещества, находящегося в нарушении. Это, в свою очередь, инициирует медленную прогнозируемую разгрузку внутренних напряжений в нарушении через систему вновь образованных трещин в массиве [1].

Таким образом, предлагаемый адаптивный метод воздействия на выбросоопасные пласты, позволит с высокой эффективностью производить мониторинг тектонических нарушений углепородного массива, повысить степень регистрации нарушений сейсμοприемниками, инициировать медленную прогнозируемую разгрузку внутренних напряжений в пласте, что приведет к повышению степени безопасности работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кенжин Б.М. Вибрационно-сейсмические источники для динамического воздействия на угольный массив. – Караганда: Арко, 2009. - 302 с. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кенжин Болат Маулетович – доцент, кандидат технических наук, директор, МашЗавод № 1, г. Караганда, E-mail: kbmz@mail.ru

Смирнов Юрий Михайлович – профессор, доктор технических наук, Карагандинский государственный технический университет, smirnov_y_m@mail.ru

Стокос Сергей Витальевич – зам. директора, МашЗавод № 1, vstycov@mail.ru