

Канд. геол.-мин. наук **Г.И. Колчин**, инж. **А.В. Никифоров** (МакНИИ)  
канд. техн. наук **Б.В. Бокий** (АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»),  
д-р техн. наук **К.К. Софийский**, канд. техн. наук **Д.П. Силин**  
инж. **В.А. Нечитайло**, асп. **В.Г. Золотин** (ИГТМ НАН Украины),

## **СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

Наведено аналіз впливу гідродинамічної дії на гірничий масив під час гідродинамічної дії за даними сейсмоакустичного контролю.

## **THE SEISMIC-ACOUSTIC CONTROL OF PROCESS OF HYDRODYNAMICAL INFLUENCE AT REALIZATION OF PREPARATORY DEVELOPMENTS**

The analysis of influence of hydrodynamical influence on a mountain file is given at hydrodynamical influence on the data of the seismic-acoustic control.

Решение проблемы внезапных выбросов угля и газа при проведении подготовительных выработок в настоящее время является весьма актуальным, так как они наиболее распространены и многочисленны и составляют 84% от общего количества их на шахтах Донбасса.

В настоящее время имеется ряд способов предотвращения внезапных выбросов, однако, низкий уровень технологического и технического обеспечения этих способов приводит к значительным затратам труда и времени на их реализацию, что на 40 - 60% снижает темпы проведения подготовительных выработок [1]. Подавляющее большинство их на пологих выбросоопасных пластах проводятся сотрясательным взрыванием, при котором ежегодно происходит, в среднем, около 140 выбросов угля и газа. С учетом расходов на ликвидацию последствий каждого из них около 34 тыс. грн., суммарный экономический ущерб по отрасли от внезапных выбросов на стадии подготовки выемочных участков составляет 4,8 млн. грн. в год.

Современные достижения в области гидроразрушения различных материалов, в том числе и горных пород, являются предпосылкой возможности разработки более прогрессивных технологий проведения подготовительных выработок, в основе которых лежит гидровоздействие.

Одним из возможных способов решения задачи повышения безопасности работ и увеличения скорости проведения выработок является гидродинамическое воздействие через длинные скважины.

Опыт применения гидродинамического воздействия при интенсификации дегазации угольного пласта I, АП «Шахта им. А.Ф. Засядько» через скважины длиной 36 – 100 м показал, что уже через несколько циклов воздействия активные межслоевые деформации охватывают всю толщу в кровле пласта мощностью 30 м (регистрация и обработка акустического сигнала проводилась сотрудниками МакНИИ) и радиус эффективного воздействия составляет 15 - 20 м (данные ИГТМ).

Сущность процесса гидродинамического воздействия заключается в приложении к свободным поверхностям угольного пласта знакопеременных нагрузок, которые, суммируясь в некоторый момент времени с силами горного давления, направленными на преодоление предела прочности угля на разрыв, совершают работу по разрушению свободных поверхностей и образованию более широкой системы трещин в пласте. При этом происходит интенсивная дегазация угольного пласта и его перевод в невыбросоопасное состояние [2].

Проследить за изменением состояния массива в процессе гидродинамического воздействия возможно в результате сейсмоакустического контроля.

Оценка процесса гидродинамического контроля выполнена двумя путями: путем анализа амплитуды одной из выбранных резонансных частот и изменения спектра акустического сигнала в целом.

Если частота собственных колебаний зависит только от мощности пласта, то их амплитуда зависит от ряда факторов, главным из которых является степень ослабления контактов между слоями [3, 4].

Развитие межслоевых деформаций, возникающих при ведении горных работ, приводит к изменению степени ослаблений контактов и связанное с этим изменение амплитуды резонансных частот.

Следствием гидродинамического воздействия является разрушение при-скважинной зоны, и вынос части разрушенного угля в выработку. Гидродинамическое воздействие приводит к разупрочнению угольного пласта и развитию деформаций в углевмещающих породах, включая и межслоевые.

Следовательно, контролируя изменение амплитуд резонансных частот, можно судить о результатах гидродинамического воздействия.

Для анализа были использованы магнитофонные записи акустического сигнала гидродинамического воздействия.

Акустический сигнал из горной выработки передан при помощи аппаратуры АПСС, имеющей частотный диапазон от 20 до 3500 Гц.

Обработка записей выполнена в лаборатории МакНИИ на персональном компьютере по программе *PLAST*, которая позволяет в спектре акустического сигнала выделить резонансную частоту, обусловленную одним из слоев-реперов и проследить изменение её амплитуды по мере гидродинамического воздействия.

На рис. 1 приведены результаты обработки акустических записей гидродинамического воздействия в скважинах на ПК37+5 и ПК42+5 в 10 западном конвейерном штреке пласта *I<sub>1</sub>*. Для исследования характера развития деформаций выбран слой мощностью около 16 м и амплитуда резонансной частоты, соответствующая этому слою.

Гидродинамическое воздействие на ПК37+5 выполнялось трижды (см. рис. 1а).

На первом этапе гидродинамического воздействия в течение первых 1–2 час характер контакта слоя остается неизменным, т.е. межслоевые деформации отсутствуют. В последующие 2,5 час гидродинамического

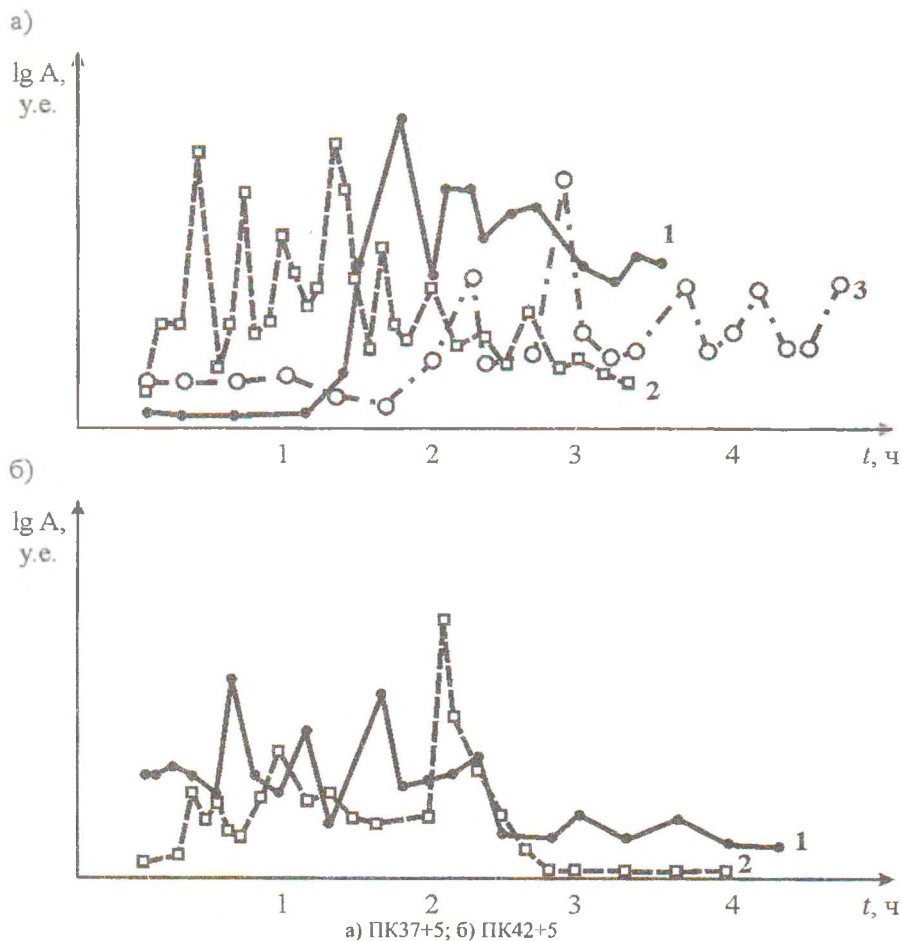


Рис.1 - Изменение амплитуды резонансной частоты, соответствующей слою мощности 16 м, в процессе воздействия в скважинах

воздействия деформации на контакте развиваются активно и неравномерно. Гидродинамическое воздействие остановлено при достаточно высоком уровне ослабления контакта слоя на расстоянии 16 м от угольного пласта.

При повторном воздействии на угольный пласт межслоевые деформации резко возрастают с первых минут и с переменной интенсивностью длятся в течение около 2,5 час, а в дальнейшем состоянии контакта остается неизменным.

При выполнении третьего этапа гидродинамического воздействия состояние контакта, отстоящего на 16 м от угольного пласта, изменялось мало на протяжении почти всех 4,5 час.

В целом амплитуда в среднем несколько возрастает на протяжении всего цикла при наличии лишь редких всплесков активности деформаций.

На рис. 16 приведены амплитуды резонансной частоты слоя горных пород мощностью 16 м при гидродинамическом воздействии на ПК42+5.

На первом этапе гидродинамического воздействия степень ослабления контакта в начальной стадии достаточно высокая, что может быть объяснено влиянием гидродинамического воздействия в соседней скважине на ПК37+5. Расстояние между скважинами 50 м, промежуток между воздействием одни сутки. На протяжении 2,5 час воздействия в отдельные моменты интенсивность деформации значительно возрастает. При гидродинамическом воздействии в последующие 2 час происходит уплотнение контакта слоя.

При повторном гидродинамическом воздействии, которое выполнено 18 дней спустя, межслоевые деформации активно развивались на протяжении 2,5 час, а в последующие 1,5 часа гидровоздействия контакт весьма существенно уплотнился. Наиболее активный период развития межслоевых деформаций от 1 до 2 час гидродинамического воздействия.

Анализ приведенной информации об акустической эмиссии массива позволяет сделать следующие выводы:

- гидродинамическое воздействие способствует развитию межслоевых деформаций, что в свою очередь снижает газодинамическую активность угольного пласта при ведении горных работ;

- наиболее интенсивно межслоевые деформации развиваются на протяжении первых 2 - 2,5 час гидродинамического воздействия;

- повторное гидродинамическое воздействие на угольный пласт имеет менее продолжительную интенсивную часть, его целесообразно проводить спустя несколько суток после первого;

- третье гидродинамическое воздействие на угольный пласт проводить нецелесообразно;

- в результате гидродинамического воздействия развитие межслоевых деформаций охватывает значительную площадь, ее крайние точки отстоят от скважины на расстоянии не менее 50 м (для слоя пород мощностью 16 м).

Полученные результаты сейсмоакустического контроля процесса гидродинамического воздействия на угольный пласт через скважины длиной до 100 м позволили определить особенности его гидродинамической обработки с целью проведения подготовительной выработки, в отличие от вскрытия и дегазации.

Как показали описанные выше эксперименты для разгрузки пласта достаточно двух стадий гидродинамического воздействия.

В первой стадии давление нагнетания и сброса должно составлять соответственно 5 и 2 МПа при достаточно коротких циклах. Такие значения давления способствуют интенсивному послойному разрушению угля в обработанной зоне, и не позволяют создать слой объемно-связанной воды большой толщины.

Целью первой стадии гидродинамической обработки является дегазация зоны проведения подготовительной выработки. Поэтому по окончании воздействия скважину полностью освобождают от жидкости и оставляют открытой до вытеснения газом слоя объемно- связанной воды. При появлении газа из скважины, её подключают к дегазационной системе и отбирают газ в течение времени, определенного возможностями технологического процесса.

После снижения скорости газовыделения из скважины, проводят вторую стадию гидродинамического воздействия.

Целью второй стадии, кроме разгрузки пласта, является блокирование газа в массиве созданием слоя объемно-связанной воды достаточно большой толщины.

Эта операция не позволяет газу прорываться в выработку при её проведении и создавать в ней высокие концентрации метана.

Отличием второй стадии гидродинамического воздействия при проведении подготовительных выработок по газонасыщенным и выбросоопасным пластам являются также значения давления нагнетания и сброса.

Для создания по контуру выработки достаточно надежного защитного слоя объемно-связанной воды, показатели давления нагнетания и сброса повышают на 3-5 МПа, сохраняя неизменной разность между ними.

На рис. 2 приведены результаты контроля состояния массива при проведении 2 западного конвейерного штрека после гидродинамического воздействия. Коэффициент выбросоопасности и частота максимума амплитуды отличаются низкими значениями и незначительной дифференциацией вплоть до 42 цикла проведения выработки, что составляет не менее 34 м от положения забоя при гидродинамическом воздействии. Следовательно, в результате гидродинамического воздействия как минимум 34 м впереди подготовительного забоя обработаны равномерно и эффективно.

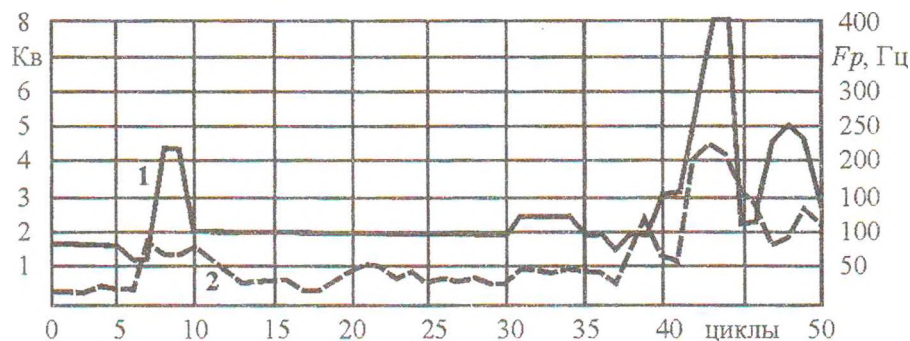


Рис. 2 - Частота максимума спектра (1) и коэффициент выбросоопасности (2) при подвигании забоя 2 западного конвейерного штрека пласта  $t_4$

Зафиксированная аномалия параметров акустического сигнала в районе 42 – 50 циклов подвигания забоя может быть обусловлена, во-первых, приближением к участку локальной пригрузки, зафиксированному при бурении скважин на расстоянии 49 – 51 м, а во-вторых, смещением скважины относительно оси горной выработки.

Таким образом, гидродинамическое воздействие служит эффективным средством снижения газодинамической активности. Эффективность обусловлена активизацией межслоевых деформаций до 50 - 60 м от угольного пласта по разрезу пород кровли и на такое же расстояние по простиранию пород.

Для оценки эффективности гидродинамического воздействия в процессе его выполнения и для управления процессом может быть использован акустический способ, применяемый для оперативного управления гидрорыхлением.

Для оценки результатов гидродинамического воздействия могут использоваться акустическое зондирование до и после его проведения, а также контроль над состоянием массива в процессе выемки угля и вмещающих пород в пределах обработанного массива.

Сделанные выводы следует рассматривать как предварительные.

Необходимо продолжить исследования в различных горно-геологических условиях по применению гидродинамического воздействия на угленосный массив для снижения газодинамической активности угольных пластов с оценкой непосредственно процесса и его эффективности комплексом примененных акустических способов, а также привлечь методы, оценивающие концентрацию метана и характер дегазации угольного пласта в призабойной части.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов А.В. Научное обоснование технологий эффективного и безопасного проведения подготовительных выработок по выбросоопасным угольным пластам: Дис. д-ра техн. наук: 15.15.02 – Макеевка, 2001, - 290 с.
2. Гидродинамическое воздействие на газонасыщенные угольные пласта / Булат А.Ф., Софийский К.К., Силин Д.П. и др. – Днепропетровск: «Полиграфист». - 2003 г. – 220 с.
3. Лунев С.Г., Бокій Б.В., Колчин Г.И. Оценка состояния массива по результатам импульсного возбуждения / Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах // Сб. научн. тр. – Макеевка: МакНИИ. – 2001. – С. 101 - 108.
4. Руководство по применению на шахтах Донбасса способа контроля выбросоопасности призабойной части массива в подготовительных выработках по параметрам акустического сигнала. // Утв. Минуглепромом Украины 24.09.96. – Макеевка. 1996. – 11 с.