

3. Черновский М.И., Плотников А.В. Закономерности пространственного размещения и внутреннего строения рудных полей железистых кварцитов в Криворожском рудном районе// Проблемы горнодобывающей промышленности металлургического комплекса Украины. - Кривой Рог: НИГРИ.- 1994. - С. 188-193.

УДК 622. 831

С.Г. Лунев, Г.И. Колчин, А.В. Никифоров

ДИНАМИКА МАССИВА В ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ ЗОНАХ

Особливість напружено-деформованого стану призабійної частини масиву в небезпечних за газодинамічними явищами зонах встановлена за результатами акустичного способу прогнозу викидонебезпеки. Вона полягає в кількарізкій різкій зміні розвитку деформацій поблизу вугільного пласта й у товщі порід потужністю 20 – 40 м над пластом. Поряд із затримкою деформацій ця умова є необхідною для формування викидонебезпеки.

SOLID MONOLITH DYNAMICS IN THE DANGEROUS AREAS WITH GAS-DYNAMIC EFFECTS

It is examined the solid monolith dynamics in dangerous areas with gas-dynamic effects.

Прогноз газодинамических явлений (ГДЯ) состоит в выявлении опасных зон при проведении подготовительных выработок и ведении очистных работ. Протяженность опасных зон зачастую достигает нескольких десятков метров. В пределах опасной зоны реализация ГДЯ носит в определенной степени случайный характер, однако имеются и некоторые общие закономерности, которые являются следствием особенности динамики массива в них.

В последние годы разработаны и внедряются на шахтах Украины акустические способы выявления выбросоопасных зон в очистных и подготовительных забоях [1,2]. Способы включают регистрацию и обработку на персональном компьютере акустического сигнала, адекватного упругим колебаниям, возникающим в массиве в результате воздействия на забой очистных и проходческих комбайнов. Способы основаны на установленной зависимости параметров акустического сигнала от напряженно-деформированного состояния призабойной части массива.

В слоистом массиве при воздействии механизмов на забой в каждом слое возникают собственные упругие колебания, частота которых обратно пропорциональна мощности слоя, а амплитуда прямо пропорциональна степени ослабления контактов слоя [3]. В призабойной части массива изменения состояния контактов обусловлены развитием деформаций в результате выемки угольного пласта. Для фиксации таких изменений вычисляется амплитудный спектр акустического сигнала и осуществляется анализ нескольких его параметров, среди которых частота максимума спектра (резонансная) и коэффициент выбросоопасности, равный отношению высокочастотной составляющей к низкочастотной.

Необходимым условием формирования выбросоопасной ситуации (выбросоопасной зоны) является задержка деформации в породах кровли [4]. В параметрах акустического сигнала задержка деформаций выражается в умень-

шении амплитуд низкочастотных колебаний и увеличении высокочастотных, увеличении коэффициента выбросоопасности и частоты максимума спектра. Спектр акустического сигнала в опасных по ГДЯ зонах смещается в высокочастотную область. Увеличение межслоевых деформаций вблизи угольного пласта снижает коэффициент межслоевого трения и способствует выдавливанию угля.

Обработка акустического сигнала осуществляется непрерывно на протяжении всего цикла воздействия комбайна на массив, что позволяет осуществлять контроль его динамики и детально исследовать напряженно-деформированное состояние (НДС) призабойной части массива.

Особенности проявления ГДЯ в опасных зонах и динамики призабойной части массива установлены по результатам анализа применения акустических способов на шахте им. А.Ф. Засядько. Особенно большое количество выбросоопасных зон зафиксировано при ведении горных работ по пласту ℓ_1 , в большей части из них происходили ГДЯ.

При движении забоя в неопасной зоне деформации пород кровли происходят регулярно. В очистных забоях, например, как правило, активное развитие деформаций при снятии полосы угля комбайном охватывает толщу мощностью 20-40 м. При этом наиболее активные контакты располагаются по толще пород с коэффициентом пропорциональности близким к 2. Так при активизации деформаций на расстоянии 25 м от угольного пласта обязательно развиваются деформации в средней части толщи (около 12 м), где возникают максимальные тангенциальные напряжения, в средней части нижней половины толщи (около 6 м) и вблизи угольного пласта (около 3 м). При возбуждении в массиве упругих колебаний этим ослабленным контактам соответствуют резонансные частоты: 100 Гц, 200 Гц, 400 Гц, 800 Гц. Динамика развития деформаций такова: непосредственно после выемки угля деформации развиваются на наиболее удаленном контакте и в течение 1,5-2 часов последовательно охватывают нижележащую толщу. При таком порядке развития деформаций в призабойной части происходят следующие изменения: в первый момент максимум опорного давления резко смещается по ходу движения забоя и эпюра напряжений становится более пологой, по мере развития деформаций и прогибания толщи пород максимум опорного давления приближается к забою и эпюра напряжений становится более крутой.

Такой характер динамики призабойной части массива установлен в результате акустических исследований, измерения величины зоны разгрузки и положения максимума опорного давления, измерения начальной скорости газовой выделенной и десорбции газа из буровой мелочи контрольных скважин [5].

Подготовительный забой отличается от очистного забоя более сложным распределением напряжений и развитием деформаций при выемке угля. Акустическими исследованиями установлены и некоторые общие черты развития деформаций. Так, по аналогии с очистным забоем в подготовительной выработке имеются достаточно ярко выраженные ослабленные контакты на расстоянии 20-40 м, 10-20 м, 5-10 м, 2,5-5 м от угольного пласта. При регулярном развитии деформаций наиболее интенсивные собственные колебания (амплитуды резонансных частот) возникают в толщах пород мощностью 10-30

м. По результатам автоматизированного контроля выбросоопасности в спектре сигнала на неопасных участках преобладают частоты, соответствующие таким мощностям слоев.

При приближении к выбросоопасной зоне в призабойной части массива сокращается интенсивность деформаций на контакте мощной (20-40 м) толщи пород, а при входе забоя в зону происходит задержка деформаций по всей толще. Деформации в удаленных от пласта контактах не развиваются до тех пор, пока напряжения не превысят предел прочности межслоевого сцепления пород.

Отражение характера межслоевых деформаций в спектре акустического сигнала при прогнозе выбросоопасности позволяет установить некоторые особенности динамики призабойной части в выбросоопасных зонах. В качестве примера на рис. 1 приведены результаты измерений частоты максимума спектра акустического сигнала в выбросоопасной зоне подготовительного (а) и очистного (б) забоев пласта ℓ_1 на шахте им. А.Ф. Засядько.

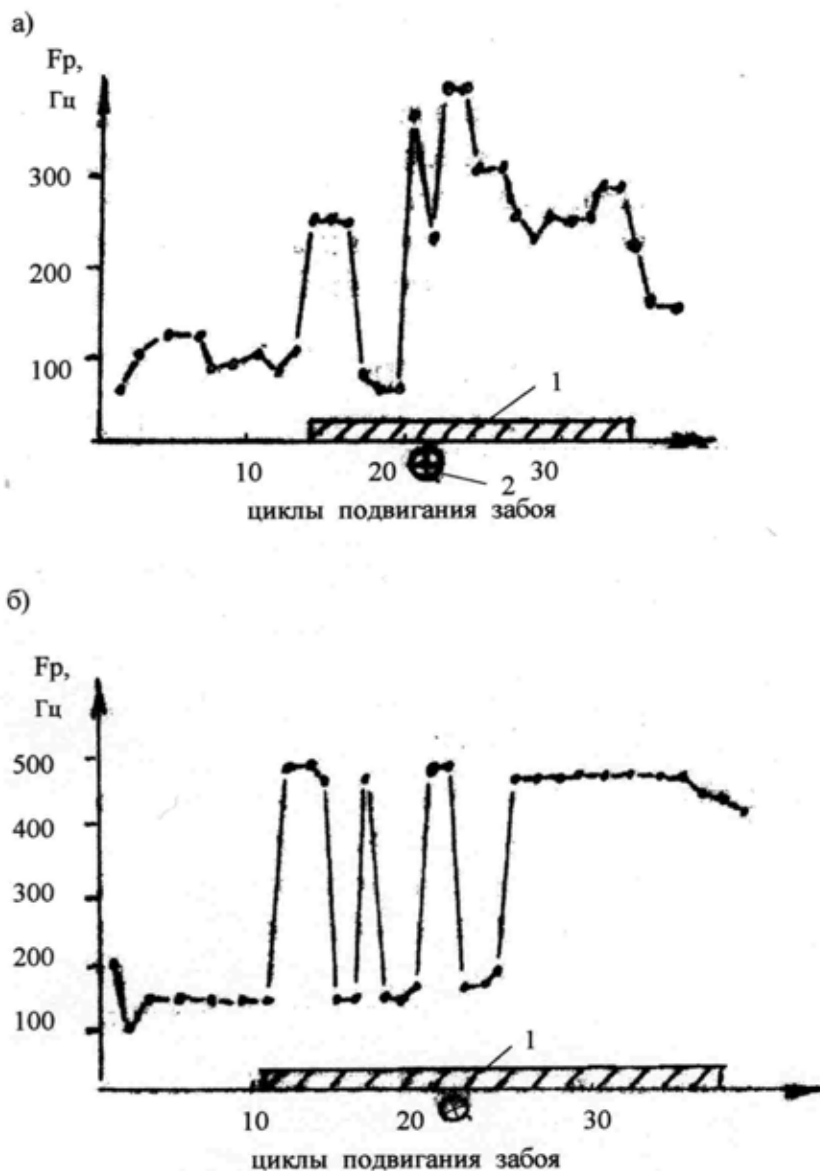
В подготовительном забое в этой зоне произошел выброс угля и газа при взрывных работах, а в очистном забое при работе комбайна произошло выдавливание угольного пласта с повышенным газовыделением.

Один цикл подвигания подготовительного забоя равен 1,3 м, а очистного забоя-0,6 м. Протяженность выбросоопасной зоны в подготовительном забое составила 28,6 м, в очистном забое - 18 м. В подготовительном забое ГДЯ произошло спустя 7 циклов (9 м) после его входа в опасную зону, а в очистном забое - 12 циклов (7,2 м).

Особенностью поведения резонансной частоты является резкая смена (в 3-5 раз) значений по мере подвигания забоя. Причем, в очистном забое такие изменения более ярко выражены, ГДЯ здесь произошло после третьего скачка значений, а в очистном забое - после второго.

Объясняются такие изменения следующим поведением пород кровли. При регулярном развитии деформаций подвигание забоя существенно не изменяет значения параметров. Резонансная частота колеблется вблизи 100 Гц, что соответствует максимальному развитию деформаций в кровле песчаника на расстоянии около 25 м от угольного пласта. При задержке деформаций, свидетельствующей о входе в опасную по ГДЯ зону, максимальные деформации располагаются на расстоянии 3-7 м от угольного пласта и в его кровле, а вышележащая толща не расслаивается и не прогибается, она зависает, накапливая потенциальную энергию. При этом достаточно интенсивно расслаиваются породы вблизи угольного пласта, резко уменьшая коэффициента межслоевого трения. Из зоны задержки деформаций возможны два выхода: постепенное расслоение толщи и сравнительно плавный переход максимальных деформаций к середине толщи и ее верхнему контакту или резкое скачкообразное развитие деформаций вдоль верхнего контакта толщи после достижения предельных напряжений вдоль него. При реализации первого варианта значительных газодинамических явлений не происходит. Второй вариант, как правило, сопровождается ГДЯ того или иного характера. В подготовительных забоях чаще всего происходит выброс угля и газа, в очистных забоях - выдавливание уголь-

ного пласта. На приведенном рисунке представлен второй вариант опасных по ГДЯ зон.



а – 9-й западный конвейерный штрек;
 б – 10-я восточная лава пласта I_1 шахты им. А.Ф. Засядько

Рис. 1 - Значения максимума спектра акустического сигнала в выбросоопасных зонах (1) и место проявления ГДЯ (2).

Резкий переход от максимальных деформаций вблизи угольного пласта к верхней границе многометровой толщи приводит к резкому ее прогибанию в виде удара, в результате которого наибольшие изменения, в том числе структурные, испытывает угольный пласт. В его пределах и вблизи него развиваются интенсивные сдвиговые деформации, которые способствуют образованию выбросоопасных очагов.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что динамические явления в очистном или подготовительном забое обусловлены не только задержкой деформаций, но и крайне неравномерным их развитием, прежде всего в кровле мощных толщ пород, приводящим к интенсивному развитию сдвиговых деформаций в угольном пласте и формированию выбросоопасных очагов. В очистном забое, в силу его большой протяженности, сдвиговые деформации направлены по нормали к обнажению пласта, поэтому здесь ГДЯ представлены, преимущественно, выдавливанием угольного пласта. В подготовительном забое сложное распределение напряжений обуславливает чаще всего выбросы угля и газа. О крайне неравномерном распределении напряжений перед проявлением ГДЯ свидетельствуют результаты измерений параметров призабойной части, выполненные путем регистрации обработки акустического сигнала по методике МакНИИ [6] при бурении скважин. Так, например, при одном из положений забоя 10-го западного конвейерного штрека пласта ℓ_1 в левом углу величина зоны разгрузки составила 2 м и максимум горного давления находился на расстоянии 4 м, а в правом углу зона разгрузки была более 6 м. При такой ситуации в призабойной части сдвиговые деформации развиваются как по нормали к обнажению пласта, так и в направлении от левой стороны забоя к правой. Здесь, при высоконапорном нагнетании воды в пласт произошло ГДЯ с образованием полости с левой стороны выработки.

Рассмотренные особенности поведения массива объясняют тот факт, что ГДЯ происходят, как правило, через 5 и более циклов подвигания забоя в выбросоопасной зоне. Неравномерное развитие деформаций в выбросоопасных зонах отражается на величине начальной скорости газовыделения, замеренной при выполнении текущего прогноза выбросоопасности. Анализ результатов прогноза, выполненный одним из авторов этого способа А.Е. Ольховиченко [7], свидетельствует о том, что устойчивые и небольшие по величине значения начальной скорости газовыделения характерны для неопасных участков горной выработки. При входе забоя в выбросоопасную зону значения увеличиваются до критических и более, а в пределах зоны они имеют сложное чередование низких и высоких значений. Такое распределение значений согласуется с чередованием резких изменений резонансной частоты спектра в выбросоопасных зонах.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод о том, что в пределах опасных по ГДЯ зонах по мере подвигания забоя развитие межслоевых деформаций в призабойной части массива носит сложный и нерегулярный характер. Необходимым условием проявления ГДЯ является не только задержка деформаций, но и чередование их с кратковременным развитием, приводящим к формированию очагов выбросоопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.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.
- 2..Руководство по применению на шахтах Донбасса способа автоматизированного контроля выбросоопасности в очистных выработках по параметрам техногенного акустического сигнала. Утв. Государственным департаментом угольной промышленности Минтопэнерго Украины 12.12.2000.-Макеевка,2000.-1

3. Гликман А.Г. Поля упругих колебаний в горных породах.-Л., 1984.- 63 с.-Деп. в ОЦНТИ ВИЭМС 10.04.85 № 188 мг – 85.
4. Бобров И.В., Кричевский Р.М. Борьба с внезапными выбросами угля и газа.-К.: Техніка, 1964. – 328 с.
5. Лунев С.Г., Колчин Г.И. Динамика призабойной части угольного пласта при его выемки \ \ Материалы XI Международной научной школы им. академика А.С. Христиановича "Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках".- Симферополь, 2000.- С. 106-107
6. Руководство по применению на шахтах Донбасса способа определения величины зоны разгрузки призабойной части угольного пласта параметрам акустического сигнала. Утв. Минуглепромом Украины 01.10.94.- Макеевка, 1994.-5 с.
7. А.Е. Ольховиченко Прогноз выбросоопасности угольных пластов.- М.:Недра, 1982.-278 с.

УДК 622. 831.24

В.Б. Демченко, В.Г. Колесников, В.Г. Перепелица,
Г.Л. Сергейченко, А.А. Подорванов

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СДВИЖЕНИЕМ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ СВИТЫ КРУТЫХ
ПЛАСТОВ**

Наведено результати інструментальних спостережень за зсувом земної поверхні при виїманні світи вугільних пластів шахтами ВО «Орджонікідзевугілля».

**RESULTS NATURAL SUPERVISION FOR DISPLACEMENT OF A
GROUND SURFACE AT IMPROVEMENT OF RETINUE OF ABRUPT
LAYERS**

The results of tool supervision for displacement of a terrestrial surface are given at a collection of abrupt coal layers by mines ON "Ordgonikidzecoal".

Для оценки параметров сдвижения пород в условиях выемки угля шахтами ЦРД, ИГТМ НАН Украины совместно с БСМР при ПО «Орджоникидзеуголь» были выполнены натурные наблюдения на реперных наблюдательных станциях, заложенных на земной поверхности на полях шахт им.Карла Маркса, «Красный Профинтерн», «Енакиевская» и «Углегорская» ПО «Орджоникидзеуголь».

Шахтой им.Карла Маркса отрабатываются угольные пласты свит C_2^5 Каменская, C_2^6 Алмазная и C_2^7 Горловская. В зону влияния горных работ шахты попадает поселок им.Карла Маркса. По состоянию на 01.01.2001 г. шахтой подработаны 1653 здания и сооружения, в том числе 1585 жилых домов.

В 1998-2000 гг. шахта отрабатывала 14 угольных пластов суммарной вынимаемой мощностью 14,6 м. Угол падения пластов 58-66°, род выемки – отбойными молотками и щитовыми агрегатами. Способ управления кровлей – полное обрушение и удержание на кострах.

Для наблюдения за процессом сдвижения земной поверхности, на территории поселка в 1987 г. была заложена наблюдательная реперная станция, состоящая из 133 грунтовых реперов, объединенных в две профильные линии: I линия - реперы 3-76, II линия - реперы 77-133.

По результатам нивелирования реперов станции построен график суммарных оседаний (рис.1).