

Таким образом, разработанная методика позволяет установить рациональные силовые и геометрические параметры механизированной крепи для конкретных горно-геологических условий отработки пологих пластов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубов Е.Д., Поляков М.В., Щербинин Д.В. Основные закономерности проявления горного давления в очистных забоях пологих пластов // Сб. научн. тр. Донути. Вып. 102. — Донецк: Донути., - 1999.

УДК 622. 831

РЕОЛОГИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

к.т.н. Лунев С.Г. (Территориальное управление Госнадзорхран-
труда по Донецкой области)

Ведение очистных работ вызывает, как известно, нарушение естественного напряженно-деформированного состояния углепородного массива и сопровождается межслоевыми деформациями и подвижками пород с расслоением их над выработанным пространством, предопределяющими образование характерных зон отжима, разгрузки и опорного давления в призабойной части угольного пласта, уменьшение которых предопределяет опасность возникновения внезапных выбросов угля и газа [1]. Изменение во времени поведения пород кровли, а следовательно, и формирования зон различного напряженно-деформированного состояния пласта впереди очистного забоя обуславливает реологический характер протекания указанных геомеханических процессов.

Исследования динамики реологических изменений состояния межслоевых контактов и призабойной части пласта проводились методами геоакустики в 9-й и 10-й восточных лавах выбросоопасного пласта l_1 шахты им. А.Ф. Засядько, в 5-й западной и 6-й восточной лавах также выбросоопасного пласта m_3 шахты им. В.М. Бажанова и в коренной разгрузочной лаве угрожаемого по выбросам пласта h_{10}^6 шахты "Холодная Балка". Выемка угля в лавах производилась узкозахватными комбайнами с текущим прогнозом выбросоопасности по акустической эмиссии массива без примене-

ния противовыбросных мероприятий в установленных прогнозом не опасных зонах.

Пункты наблюдений располагались в лавах на расстоянии 140...150 м от конвейерных штреков. В этих пунктах устанавливались по два геофона (сейсмоприемника), один из которых закреплялся в кровле, а другой в угольном пласте. Для определения расслоений пород акустический сигнал возбуждался нанесением ударов по кровле, а для определения упомянутых зон впереди очистного забоя – бурением шпуров по пласту. Регистрация тех и других сигналов осуществлялась посредством записи их на магнитофонную ленту, причем, каждый полуметровый интервал бурения отмечался на ленте паузой приостановки работы бурового инструмента или специальным маркирующим сигналом. На этих интервалах измерялась и начальная скорость газовыделения. Затем с помощью ЭВМ по специальной программе выполнялся спектральный анализ акустических сигналов, по параметрам которых определялось состояние пород кровли и призабойной части пласта.

По резонансным частотам в спектрограммах сигналов ударного возбуждения определялись расстояния от пласта до расслоений пород и интенсивность их развития [2]. При образовании нескольких расслоений спектр акустического сигнала становится полигармоническим и каждая резонансная гармоника f_p соответствует частоте собственных колебаний определенного слоя породы, расстояние до которого h определяется из соотношения $h = v/f_p$, где v – скорость сдвиговых (продольных) волн в породах, равная для большинства из них 2500 м/с. По относительным величинам амплитуд резонансных частот A_p оценивалась интенсивность расслоений на соответствующих расстояниях: чем больше нарушенность контакта между слоями, тем выше амплитуда резонансной частоты.

Границы зон напряженно-деформированного состояния призабойной части пласта в тех же пунктах наблюдений устанавливались по графикам изменения энергии и амплитуды высокочастотной составляющей акустических сигналов при бурении шпуров на глубину до 6 м. Величина зоны отжима пласта соответствует расстоянию от забоя выработки до интервала шпура, на котором зарегистрирована максимальная энергия акустического сигнала, а зоны разгрузки – расстоянию до интервала с максимальным градиентом падения амплитуды высокочастотной составляющей сигнала. Местоположению максимума опорного давления соответствует интервал шпура с минимальным уровнем энергии акустического сигнала.

Указанный комплекс исследований выполнялся перед выемкой угля в лавах, а затем через каждые 25...30 мин после прохода комбайном пункта наблюдения. В общей сложности выполнено 15 циклов наблюдений (по 3 в каждой лаве) при длительности цикла

до 3 часов. Идентичность технологии ведения очистных работ в лавах, поведения угольных пластов и пород в неопасные по выбросам зонах, а также однообразие методики выполнения геоакустических наблюдений обусловили, по-видимому, несущественность различия полученных результатов, что позволяет объединить их в общую совокупность данных и анализировать характер изменения определяемых параметров по средним значениям.

На рис. 1 приведены графики изменения размеров зон отжима $l_{от}$, разгрузки l_p и расстояния до максимума опорного давления $l_{оп}$ во времени t , которые удовлетворительно описываются выражениями:

$$l_{от} = \sigma + 0,013t^{1,62} e^{-0,06t}, \quad (1)$$

при $\eta = 0,79 \pm 0,21$; $HA = 3,5 > 3$;

$$l_p = \sigma + 0,11t^{1,06} e^{-0,026t}, \quad (2)$$

при $\eta = 0,97 \pm 0,03$; $HA = 28,8 > 3$;

$$l_{оп} = \sigma + 0,037t^{1,21} e^{-0,032t}, \quad (3)$$

при $\eta = 0,97 \pm 0,03$; $HA = 31 > 3$,

где σ – численное значение исходных величин $l_{от}$, l_p и $l_{оп}$, измеренных в пунктах наблюдений перед началом выемки угля комбайном, то есть при $t=0$, и равные соответственно 1,12 м, 2,58 м и 4,42 м; η – корреляционное отношение; HA – надежность связи. Здесь же приведен график изменения максимальной начальной скорости газовыделения g_n^{max} на интервалах шпуров в пределах разгруженной призабойной части пласта.

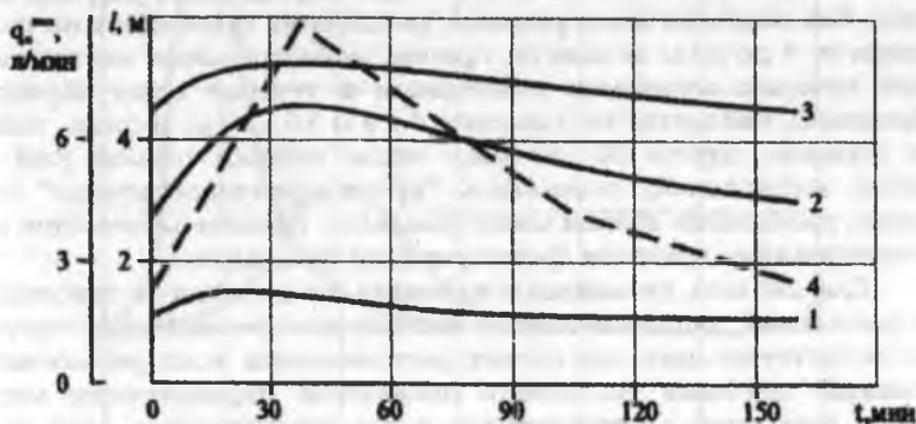


Рис. 1. Изменение зон отжима, разгрузки, расстояния до максимума опорного давления l и максимальной начальной скорости газовыделения из шпуров g_n^{max} во времени t : 1 – зона отжима; 2 – зона разгрузки; 3 – максимум опорного давления; 4 – скорость газовыделения.

Как видно из рис. 1, после прохода комбайном пункта наблюдения начинается увеличение зон отжима и разгрузки призабойной части пласта и смещение максимума опорного давления вглубь массива, которые достигают максимальных величин спустя 30...40 мин. За это время зона отжима увеличилась на 0,48 м по сравнению с исходной величиной, зона разгрузки - на 1,9 м, а зона максимума опорного давления сместилась на 0,9 м, соизмеримых с шириной вынудой полосы угля. При этом максимальная величина начальной скорости газовыделения возросла с 2,3 л/мин до 8,8 л/мин. Затем, в течение около 3-х часов происходит постепенное уменьшение величин этих зон и газовыделения до стабилизации их на уровне исходных значений, измеренных перед началом выемочного цикла. Можно утверждать, что обратное перемещение эпюры напряжений в сторону очистного забоя усиливает внутримассивное деформирование пласта и способствует дегазации его за счет вытеснения десорбировавшегося метана в выработку.

Природа неизвестных ранее возвратно-поступательных миграций зон напряженно-деформированного состояния призабойной части пласта обусловлена геомеханическими процессами, протекающими во времени в породах кровли. Вследствие опускания породной толщи в выработанном пространстве происходит расчленение ее на слои, создающие пригрузку на призабойную часть угольного пласта. Совершенно очевидно, что чем больше мощность отделившегося слоя и нарушенность контакта его с вышележащей толщей, тем больше создаваемая им пригрузка на пласт. На рис. 2, а пунктирами показаны расслоения пород кровли, наблюдавшиеся перед выемкой угля и через различные промежутки времени, расстояния до которых от пласта определялись по резонансным частотам в спектрах акустических сигналов, возбуждаемых ударами по кровле. Как видно из этого рисунка, расслоения происходят на расстояниях от 4 до 20 м от пласта, причем магистральные, местоположение которых оставалось стабильным в течение всего периода наблюдений, находятся на удалении 4...9 и 10...20 м. Иногда, главным образом, спустя 30...40 мин. после выемки полосы угля в пунктах наблюдений, появлялись "кратковременноживущие" локальные расслоения вблизи магистральных, свидетельствующие об интенсификации процесса формирования последних.

Для анализа динамики изменения во времени интенсивности расслоений, оцениваемой по амплитудам резонансных частот при соответствующих дальностях расположения этих расслоений, численные значения указанного показателя нарушенности межслоевых контактов сгруппированы в две совокупности: одна при дальности расслоений $h \geq 10$ м, а вторая при $h < 10$ м. Породные толщи, в пределах которых произошли расслоения согласно принятым диапазонам дальности их расположения, показаны штриховкой на рис. 2, а. Графики изменения интенсивности расслоений A

во времени t в том и другом диапазоне расстояний до них от пласта приведены на рис. 2, б и с достаточно высокими показателями тесноты и надежности корреляционной связи описываются одно-типными с (1), (2), (3) выражениями:

$$\text{при } h \geq 10 \text{ м } A_p = c + 2,56 \cdot 10^{-5} t^{5,85} e^{-0,23t}, \quad (4)$$

$$\eta = 0,99 \pm 0,01; HA = 1154 > 3;$$

$$\text{при } h < 10 \text{ м } A_p = c + 6,1 \cdot 10^{-15} t^{11,133} e^{-0,188t}, \quad (5)$$

$$\eta = 0,97 \pm 0,03; HA = 28 > 3,$$

где c – численное значение A_p до прохода комбайна по выемке угля в пункте наблюдения.

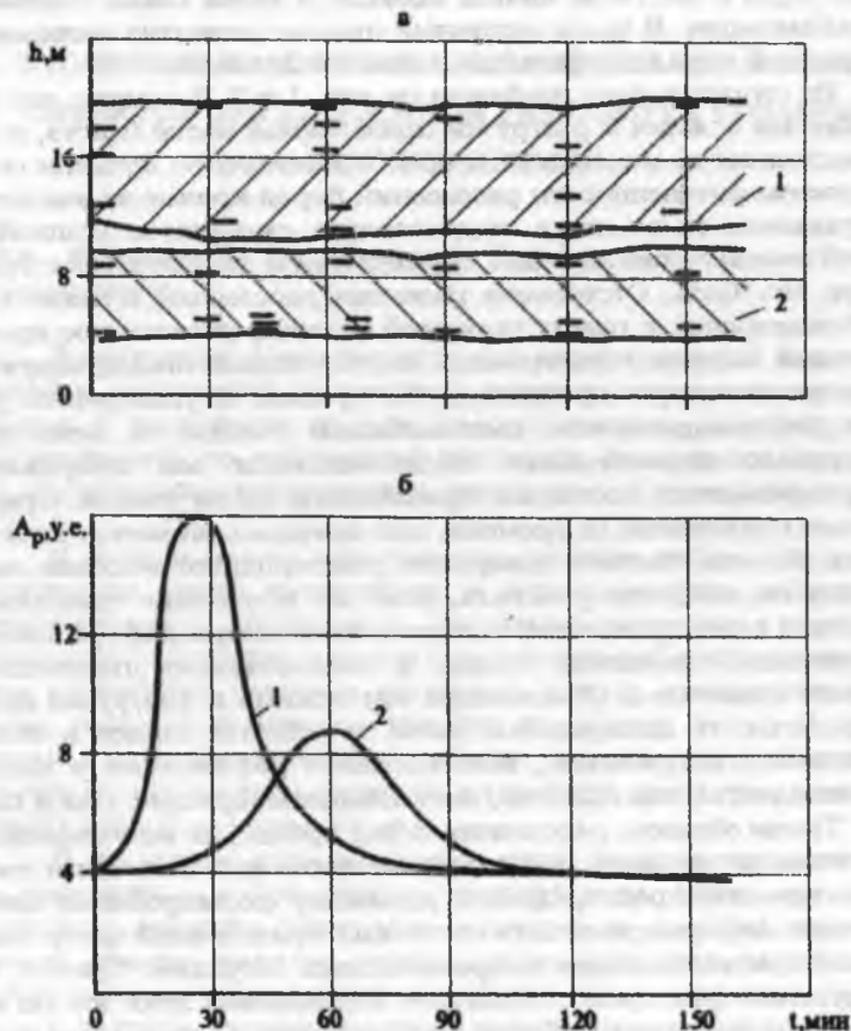


Рис. 2. Изменение дальности расслоений h пород кровли (а) и интенсивности их A_p (б) во времени t : 1 – $h \geq 10$ м; 2 – $h < 10$ м.

Как видно из этих графиков, в исходном состоянии перед выемкой угля в пункте наблюдения интенсивность расслоений вблизи пласта и на удалении более 10 м от него по сути одинакова, что свидетельствует о наступившей стабилизации формирования их за время отстоя лавы после предыдущего выемочного цикла. При последующем цикле выемки угля практически сразу же вслед за комбайном начинает повышаться в первую очередь интенсивность расслоений, находящихся на удалении 10 м и более от пласта, достигая максимальной величины спустя 25...30 мин, после чего происходит спад ее до стабилизации. Интенсивность же расслоений вблизи пласта, расположенных на расстоянии до 10 м от него, начинает повышаться значительно позже и достигает максимума только через 1 час после начала выемки, а затем также снижается до стабилизации. В целом активный процесс развития межслоевых деформаций пород завершается в течение 2-х часов.

Из сопоставления графиков на рис. 1 и 2, б следует, что увеличение зон отжима и разгрузки призабойной части пласта, а также расстояния до максимума опорного давления во времени связано с ростом интенсивности расслоений пород кровли на значительном удалении от пласта, а следовательно, смещением мощной породной толщи, оказывающей существенную пригрузку на призабойную его часть. Отставание развития расслоений в менее мощной близлежащей к пласту породной толще, равнозначное кратковременной задержке деформаций ее, обусловило последующую, но менее значительную пригрузку, что привело к уплотнению угля, ранее деформированного вышележащей толщей, и некоторому уменьшению первоначально образовавшихся зон напряженно-деформированного состояния призабойной части пласта. Причем, наиболее изменчивой во времени, как оказалось, является зона разгрузки. Но это обычное поведение углепородного массива на не опасных по выбросам участках. Если же вследствие повышенной спайности слоев произойдет задержка межслоевых деформаций и в вышележащей породной толще, а следовательно, перемещение опорного давления и образование зон отжима и разгрузки пласта прекратится, то движущийся забой выработки войдет в область повышенных напряжений, возобновление деформаций в которой сопровождается, как правило, внезапными выбросами угля и газа.

Таким образом, расслоения пород кровли, их местоположение относительно угольного пласта и изменение интенсивности развития во времени определяют динамику формирования зон напряженно-деформированного состояния призабойной части пласта и условия возникновения выбросоопасных ситуаций. Причем, преобладающим фактором стабильного образования этих зон по мере продвижения очистного забоя, а следовательно, и отсутствия выбросоопасности, являются расслоения пород на удалении более 10 м от пласта.

1. Лунев С.Г. Динамика напряженно-деформированного состояния и выбросоопасности очистного забоя // Уголь Украины. –1999. – № 1. С. 18 – 20.
2. Андреев В.П., Гликман А.Г. Геоакустический метод выявления поверхностей ослабленных механических контактов // Уголь. – 1985. – № 9.

УДК 622.838:69

УТОЧНЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ГОРНЫХ МЕР ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

д.т.н. Кренида Ю.Ф. (*Донецкий Государственный технический университет*)

В настоящее время имеется ряд классификаций мер защиты зданий и сооружений от вредного влияния подземных горных выработок. К ним можно отнести классификацию, сложившуюся самопроизвольно, по отраслевому признаку. Это горные меры защиты, строительные мероприятия, ремонтные и наладочные работы [1,2].

К горным мерам, как правило, относят такие которые непосредственно могут назначаться и использоваться действующим предприятием по добыче угля. Это меры, связанные с изменением технологии разработки пластов (закладка выработанного пространства, разработка пласта в несколько этапов, расходящимися забоями, парными штреками, короткими забоями и др.). Меры, связанные с перепланировкой отработки запасов (частичная выемка пластов по мощности и площади, разработка свит отдельными пластами с паузой не менее 2-х лет).

В последние годы появились меры защиты, которые можно не связывать с действующим предприятием. Место приложения защитного действия таких мер вынесено за пределы непосредственной области ведения горных работ (закладка выработанного пространства старых горных выработок через скважины [3], спуск воды с подтапливаемых участков земной поверхности в толщу горных пород [16], подъем приповерхностного слоя горных пород [11], выравнивание зданий и сооружений [14] и др.). Поэтому такие меры, как правило, выпадают из поля зрения горняков, строителей, а