

УДК 622 .23.01

П.В. Егоров, С.И. Денисенко, Б.В. Малютин, О.П. Егоров, С.П. Старков

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВА И ИНИЦИРОВАНИЕ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ ПОРОДЫ, УГЛЯ И ГАЗА ЕСТЕСТВЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗРЯДОМ

Одним из основных факторов, обуславливающих выбросы породы, угля и газа, является газоносность пластов. Непосредственную опасность для выбросов представляет газ (главным образом метан), находящийся в угленосной толще в свободном состоянии и распределенный неравномерно и под разным давлением. К тому же призабойная часть пласта угля всегда находится под действием горного давления, которое обуславливает создание выбросоопасной обстановки, не только затрудняя фильтрацию в направлении к выработке и тем самым сохраняя высокое газовое давление, но и способствуя росту дефектов (трещинообразования), снижающих прочность углепородного массива [1].

С другой стороны, как следует из работ [2,3], в процессе нагружения массива наблюдается преобразование горными породами и минералами механической энергии в электрическую и другие виды. Отмечается, что поверхности трещин, возникающих в образцах горных пород при их механическом нагружении, приобретают электростатические заряды противоположных знаков, т.е. в трещине возникает электростатическое поле. При достижении в трещине напряженности электростатического поля, достаточного для пробоя газового промежутка, в этой трещине протекает электрический разряд, сопровождающийся возникновением плазмы в канале разряда и излучением электромагнитной энергии в широком диапазоне частот. Нами наблюдалось явления световых импульсов, сопровождающих электростатические разряды в

процессе нагружения горных пород, как с помощью ФЗУ-13, так и визуально. Иными словами, при хрупком разрушении горных пород возникает искровой электростатический разряд.

Выполненные авторами лабораторные исследования зависимостей, определяющих числа импульсных электромагнитных излучений (ИЭИ) горных пород в условиях одноосного сжатия показали, что с увеличением прочностных, хрупких и деформационных свойств пород увеличивается и число микроразрушений или трещин, а следовательно, и электростатических разрядов в них. Микроразрушения при одноосном сжатии образцов регистрировались по счету числа импульсов электромагнитного излучения, возникающего в плазме электрического разряда, на частоте 100 кГц.

Кроме того, натурные исследования показали, что в массиве, подверженном действию горного давления, наблюдается излучение электромагнитных импульсов, регистрируемых специальным прибором. Измерения при помощи датчика, продвигаемого по выработке, показали, что наибольшее число нарушений, а следовательно,

ИЭИ наблюдается по мере приближения к забою выработки (рис.1).

Нами предлагается следующая модель процессов подготовки, инициирования и собственно внезапного выброса породы, угля и газа.

Пусть забой выработки, проходимой по газоносному пласту, приближается к участку пласта с локально большим содержанием газа, находящегося под более высоким, по сравнению с другими участками, давлением. При подходе выработки к этой области, когда зона опорного давления, движущаяся впереди забоя, дойдет до нее, в данном участке пласта начнется интенсивное зарождение новых трещин и разрастание старых.

В опорной зоне имеют место две противоположные тенденции изменения фильтрационных свойств пород под действием горного давления: сжатие материала уменьшает фильтрацию, а обуславливаемый сжатием рост дефектов - увеличивает. В непосредственной близости к обнажению деформации и подвижки велики, а сжатие меньше, чем в глубине предельно напряженной зоны, поэтому здесь преобладает тенденция увеличения газопрони-

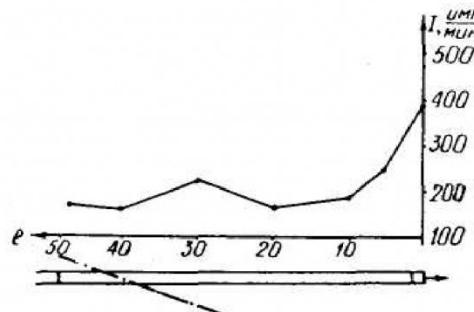


Рис. 1. Изменение интенсивности импульсного электромагнитного излучения по длине вентиляционного штreta (гор. +140 м, шахта "Прокопьевская")

цаемости и создаются благоприятные условия для проникновения в растресканный массив воздуха рудничной атмосферы и смешения его с газом, выделяющимся из пласта.

В зависимости от пластового давления газа, взрывоопасной может быть различная концентрация метана. Если в нормальных условиях взрывоопасной является смеси, содержащие 5+15 % метана, то при изменении давления метано-воздушной смеси от 1 до 400 кг/см² верхний предел взрывоопасного содержания в смеси возрастает от 15 до 46 %. То есть чем больше давление газа, тем меньше ему нужно кислорода для создания взрывоопасной газовой смеси и возможности протекания реакции взрыва.

Повышение температуры также расширяет пределы взрывоемости метана. Данные параметры влияют и на скорость детонации, а именно: с повышением плотности газа увеличивается вероятность возникновения детонации и ее скорости.

К тому же, как известно, трещины развиваются с определенной скоростью, причем поверхность трещин заряжается разноименными зарядами и напряженность электростатического поля в трещинах, по данным [4], достигает $10^4 - 10^6$ В/см. Скорость же заполнения растущей трещины свободным газом, содержащимся в пласте угля или породы, будет зависеть от давления, под которым он находится. Поэтому если давление газа в пласте будет равно некоторому значению, при котором за время создания в трещине пробивной напряженности электростатического поля газ заполнит трещину (при условии, что этот газ находится во взрывоопасной концентрации), то в трещине произойдет электростатический разряд, который может вызвать взрыв газовой смеси. В результате такого микровзрыва в полости трещины резко повысится давление газов, которое вызовет новые перена-

пряженения в прилегающем объеме угля или породы, ускорит прорастание имеющихся трещин, вызовет новые нарушения в массиве и приведет к повторению соответствующего процесса своего рода цепная реакция.

В результате этой цепной реакции или взрыва в некоторой области вокруг инициирующей трещины за очень короткое время давление поднимается до значения, достаточного для того, чтобы произошло разрушение угля или породы в сторону наименьшего сопротивления (в сторону выработки) - т.е. произойдет выброс породы, угля и газа.

Таким образом, зарождение взрывного процесса наиболее вероятно в зоне опорного давления. Причем, его длительность и сила должны определяться прочностью породной пробки в сторону наименьшего сопротивления. Дальнейший процесс внезапного выброса должен развиваться в виде постепенного отрыва по схеме, описанной в работе [1].

Таким образом, рассмотренные результаты свидетельствуют: новая гипотеза об инициировании и механизме развития внезапного выброса породы, угля и газа при напряженном состоянии горного массива физически обоснована. Следовательно, можно говорить о перспективности ее дальнейшей разработки.

Повышение температуры также расширяет пределы горючести газовой смеси. Данные параметры влияют и на скорость детонации, а именно: с повышением плотности газа увеличивается и скорость детонации. Кроме того, примесь инертных и других газов, не принимающих непосредственного участия в химической реакции взрыва, также может увеличивать скорость детонации.

К тому же, как известно, трещины развиваются с определенной скоростью, причем поверхность трещин заряжается разноименными зарядами и на-

пряженность электрического поля в трещинах, по данным [4], достигает $10^4 - 10^6$ В/см. Скорость же заполнения растущей трещины свободным газом, содержащимся в пласте угля или породы, будет зависеть от давления, под которым он находится. Поэтому если давление газа в пласте будет равно некоторому значению, при котором за время создания в трещине пробивной напряженности электрического поля газ заполнит трещину (при условии, что этот газ находится во взрывоопасной концентрации), то в трещине произойдет электрический разряд и вызовет взрыв газовой смеси. В результате такого микровзрыва в полости трещины резко повысится давление газов, которое вызовет новые перенапряжения в прилегающем объеме угля или породы, ускорит прорастание имеющихся трещин, вызовет новые нарушения в массиве и приведет к повторению соответствующего процесса (цепная реакция).

В результате цепной реакции или взрыва в некоторой области вокруг инициирующей трещины за очень короткое время давление поднимается до значения, достаточного для того, чтобы произошло разрушение угля или породы в сторону наименьшего сопротивления (в сторону выработки) - т.е. произойдет выброс породы, угля и газа.

Таким образом, зарождение взрывного процесса наиболее вероятно в зоне опорного давления. Причем, его длительность и сила должны определяться прочностью породной пробки в сторону наименьшего сопротивления. После выноса угля и породы в выработку взрывной процесс прекратится, так как термодинамические параметры в области взрыва понизятся, а именно: за выбросом угольной или породной пробки в образовавшейся полости давление резко понизится, в то время как на обнажении полости сохраняется высокое давле-

ние, созданное зоной опорного давления и пластовым давлением газа. За счет такого резкого перепада давлений на границе атмосфера - кромка полости дальнейший процесс внезапного выброса должен развиваться в

виде послойного отрыва по схеме, описанной в работе [1].

Таким образом, рассмотренные результаты свидетельствуют: гипотеза об инициировании и механизме развития внезапного выброса породы,

угля и газа при напряженном состоянии горного массива физически обоснована. Следовательно, можно говорить о перспективности ее дальнейшей разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.М. Петухов, А.М. Линьков. Теоретические основы борьбы с выбросами угля, породы и газа// Уголь, 1975, № 9.
2. А.А. Воробьев. Преобразование видов энергии в земной коре, электризация пород и разряд в них// Материалы научно-технической конференции ТВН. - Томск: изд. ТГУ, 1973.
3. П.В. Егоров, С.Б. Васильев, В.П. Корнейчиков и др. Явление возникновения объемного разряда в горных породах при их механическом нагружении// ФТПРПИ, 1978.
4. М.И. Корнфельд. Электрические разряды на поверхности щелочно-голоидного кристалла// ФТТ, 1971, 13, 2.

□ Авторы статьи:

Егоров Петр Васильевич – докт. техн. наук, проф., зав.каф. раз- работки месторож- дений полезных ископаемых подзем- ным способом	Денисенко Сергей Иванович – генеральный ди- ректор УК «Куз- бассуголь»	Малютин Борис Владимирович – директор ОАО «шахта Первомай- ская»	Егоров Олег Петрович – канд. техн. наук, доцент кафедры разработки место- рождений полезных ископаемых под- земным способом	Старков Сергей Павлович – заведующий ка- федрой ИПК
---	--	--	--	--