

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.831.322

В.В. Дырдин, А.Н.Нестеров, О.Н. Солодкая, А.А.Алексеевич

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПО УГОЛЬНЫМ ПЛАСТАМ, СКЛОНОМ К ВНЕЗАПНЫМ ВЫБРОСАМ УГЛЯ И ГАЗА

В шахтах с высокой метанообильностью, разрабатывающих пласты, склонные к внезапным выбросам угля и газа, в ряде случаев происходят газодинамические явления, причины которых не всегда ясны, а сами выбросы сопровождаются предупредительными признаками⁺. Проведение подготовительных выработок на таких пластах сопряжено с применением специальных мероприятий: гидроотжим, гидроразрыв, ограждающая дегазация и т.д.. Вместе с тем их применение не обеспечивает безопасность ведения горных работ, а внезапные выбросы угля и газа в некоторых случаях происходят в момент их выполнения. Можно сделать предварительный вывод, что физические основы развязывания внезапных выбросов угля и газа разработаны недостаточно, поэтому необходима новая технология проведения подготовительных выработок по пластам, склонным к внезапным выбросам угля и газа ,на основе уточненной модели формирования внезапных выбросов угля и газа.

Выбросы, как породы, так и угля происходят в предварительно нарушенной, ослабленной среде.

Наблюдаются проявления зональности в метанообильности отдельных участков разрабатываемых пластов на смежных участках одного горизонта. В ряде случаев метанообильность отдельных участков на более высоких горизонтах во много раз превышает метанообильность участков того же пласта, расположенных на более глубоких горизонтах, и при этом не увязывается с газоносностью пластов для данной глубины. Зоны с повышенной метанообильностью отличаются высоким давлением газа при замерах. Наличие таких зон объяснить трудно, так как за десятки миллионов лет формирования и эволюции угольного пласта и вмещающих пород давление газа в пласте на равных глубинах должно быть примерно одинаковым, поскольку в любом случае газопроницаемость угля и вмещающих пород не равна нулю. Однако, по каким-то причинам этого не наблюдается.

Отклонения от общепринятых представлений вызвали множество теорий внезапных выбросов. Большинство авторов сходятся на том, что причинами выбросов являются напряженное состояние массива горных пород, газовое давление в угольных пластах и нарушенность самого угольного пласта. При этом принимается как аксиома предпосылка, что газ в угле присутствует только в двух состояниях: свободном и сорбированном, причем объем сорбированного составляет порядка (70 – 90) % от содержащегося в угле. Высказывается мнение, что газ в сорбированном состоянии находится в весьма больших объемах также в породах.

Вместе с тем известно, что газ в природных условиях может существовать и в виде гидратных соединений. Из свойств гидратов (кристаллогидратов) метана с точки зрения рассматриваемого вопроса наибольший интерес представляют следующие:

- высокая метаноемкость кристаллогидрата метана (по нашим данным один объем воды при определенных условиях может связать свыше 172 объемов газа);

- гидраты метана представляют собой неустойчивые соединения, причем, для равновесного устойчивого состояния разных фаз должны выполняться определенные соотношения давления и температуры, при нарушении которых кристаллогидрат разлагается. Скорость диссоциации кристаллогидратов и перемещение фронта разложения имеют одинаковый порядок со скоростью перемещения волны дробления в краевой зоне выбросоопасного пласта, рассчитанной по акад. С.А.Христиановичу;

- процесс разложения гидрата идет с поглощением тепла.

Кристаллогидраты метана могут существовать при положительных температурах и высоких давлениях, сопоставимых с наблюдаемыми в шахтах на достигнутых глубинах. Имеется ряд признаков, свидетельствующих о том, что газ в угольных пластах может содержаться в виде кристаллогидратов, образовавшихся в процессе эволюции пласта и сохранившихся в угле в силу

⁺ Работа выполнена при поддержке гранта им. Н.В. Наседкиной

особенностей его пористой структуры и свойств самих кристаллогидратов.

Рассматривая выброс угля и газа с точки зрения разложения кристаллогидрата метана при нарушении его равновесного состояния, можно объяснить ряд особенностей, присущих этим явлениям.

Гидраты в угле содержатся в макро- и переходных порах в твердом состоянии, заполняя полностью отдельные участки пластов. Поскольку гидраты способны существовать в различных модификациях, можно предположить, что по периферии заполненного гидратом участка располагаются гидраты, стабильно существующие при давлениях газа, характерных для глубин залегания, и являющиеся своеобразным запором для гидратов с более высокими параметрами существования.



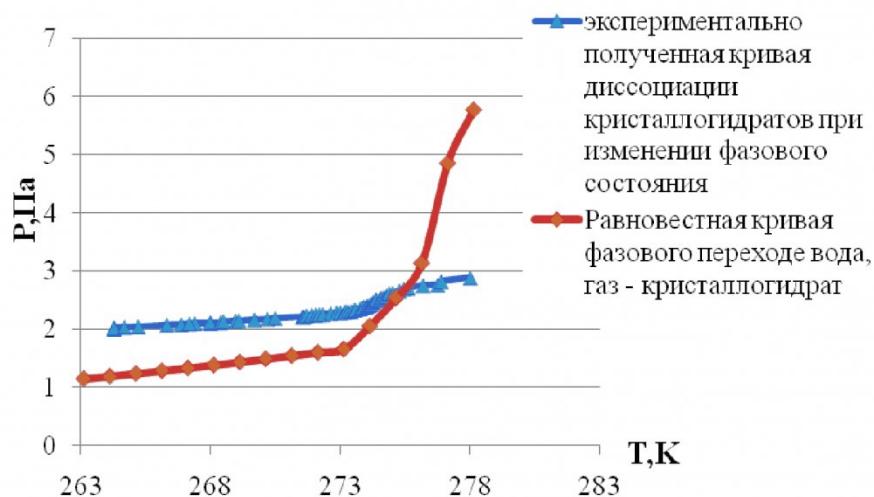
Рис.1 Гидрат, извлеченный из угольной мелочи, на игле

Кристаллогидраты происходят при нарушении статически равновесного состояния гидратной системы. При этом должен быть разрушен участок угольного пласта с гидратами, играющими роль оболочки, на площади, достаточной для начала реакции одновременного разложения большого объема кристаллогидратов с высоким (предельным) давлением и значительным потенциалом упругой энергии. Величина площади об-

нажения, насыщенной предельными гидратами, по-видимому, играет одну из решающих ролей при развязывании внезапного выброса. Если кристаллогидрат представляет собой монолит, то скорость диссоциации его невелика. Это следует из экспериментальных данных других авторов и наблюдается при эксплуатации глубоких нефтяных скважин [1,2]. Вместе с тем известно, что материнская влажность угольных пластов не превышает 2,5%, вследствие чего кристаллогидраты в угольной матрице могут представлять собой россыпи, состоящие из отдельных крупинок размером в несколько миллиметров, что и обеспечивает высокую скорость диссоциации(рис.1).

Внедрение в зону предельных гидратов шпуром или скважиной небольшого диаметра приводит лишь к зажиму бурового инструмента, к локальным (в пределах скважины) микровыбросам. Такие скважины характеризуются обильным метановыделением, в них через несколько минут после проходки появляется в небольшом количестве вода, что может служить признаком разложения содержащихся в пласте гидратов. В таких скважинах при замерах обычно регистрируется очень высокое давление газа.

При разложении предельных гидратов (рис.2) происходит бурное освобождение газа, объем которого многократно превосходит объем разложившегося кристаллогидрата, заполняющего пространство и, как следствие, резкое увеличение давления газа, в результате чего происходит разрушение угля и вынос его газовой волной. За счет реактивного действия дальнейшее разложение гидрата временно прекращается, так как на какое-то время восстанавливается равновесие на кромке разложения; после выхода метана и снижения давления до значений ,ниже критических, разложение гидрата возобновляется. Таким образом, объясняется волновой характер выброса. В описанной картине выброса находит объяснение резкое увеличение давления газа на волне выброса и обильное метановыделение.



Выводы

1. Газ в угольных пластиах может находиться не только в двух состояниях: свободном, сорбионном, а также в кристаллогидратном.

2. Внезапные выбросы угля, породы и газа являются следствием разложения предельных формаций кристаллогидратов, замкнутых в отдельных зонах пласта и вмещающих пород. Не исключено, что в горных ударах, сопровождающихся усиленным газовыделением, также принимают участие кристаллогидраты.

В этой связи предлагается при проведении подготовительных выработок по выбросоопасным

пластам осуществлять:

- применение геофизических методов для обнаружения и определения концентрации кристаллогидратов в пределах участка шахтного поля; ;

- разработку эффективных профилактических мероприятий на основе закачивания в краевую зону пласта пароводяного подогретого флюида;

- контроль эффективности защитных мероприятий.

После чего возможно проведение выработки одним из способов, характерным для безопасного угольного пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зенин А.Г. Гидраты и внезапные выбросы// «Уголь» , №11.-1973.-С. 12-14.
2. Кэрролл Д. ГИДРАТЫ ПРИРОДНОГО ГАЗА Перевод с английского.
3. Мурашев В.И. Внезапные выбросы угля, породы и газа // Основы теории внезапных выбросов угля и газа. - М.: изд. ИГД им.А.А.Скочинского,1982.
4. Христианович С.А. Распределение давления газа вблизи движущейся свободной поверхности угля // Изв.АН СССР.-ОТН.-1953.-№12. -С. 1673-1678.
5. Кричевский Р.М., Бобров И.В. Борьба с внезапными выбросами угля и газа. :- Киев,1964.

□ Авторы статьи.

<p>Дырдин Валерий Васильевич -докт. техн. наук, проф. зав. каф. физики КузГТУ Email: dav.fiz@kuzstu.ru</p>	<p>Нестеров Анатолий Николаевич – докт. хим. наук, проф. зам.директор института Криосфера Земли СО РАН Тел: +7(345-2) 68-87-22</p>	<p>Солодкая Ольга Николаевна - студ КузГТУ Т ел.89049954468</p>	<p>Алексеевич Андрей Анатольевич - студ. КузГТУ E-mail: viper-gt2@rambler.ru</p>
--	--	---	--

УДК: 622.281.5:624:046

Д. Н. Макшанкин, В. А. Гоголин, А. В. Ремезов, А. В. Бедарев

ВОЗМОЖНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ АРОЧНЫХ КРЕПЕЙ

В угольной и горнорудной промышленности России широко применяются арочные металлические крепи, изготавливаемые из металлических профилей. В частности, на угольных шахтах Кузбасса в последние годы доля выработок, поддерживаемых арочными металлическими крепями, составляет до 60%. Ухудшение горно-геологических условий добычи угля, повышение требований к безопасности труда, экономичности производства требуют дальнейшего совершенствования арочных крепей.

Промышленное использование арочных крепей допускается только после стендовых испытаний, которые должны подтвердить их работоспособность. Стендовые испытания выполняются согласно ГОСТ Р 50910-96 «Крепи металлические податливые рамные» [1]. При этом предусматривается то, что число испытанных крепей одного типоразмера должно составлять не менее трех.

В натурных стендовых испытаниях крепь нагружается вертикально по центральной точке верхняка до нагрузки, когда крепь теряет несу-

Таблица 1. Геометрические характеристики профилей СВП и ШП

Тип профиля	h , мм	h_1 , мм	B , мм	b_1 , мм	d , мм	d_1 , мм	y_0 , мм
СВП-22	110,0	25,6	145,5	60,0	11,0	6,2	52,7
СВП-27	123,0	29,0	149,5	59,5	13,0	7,1	58,5
ШП-21	88,0	7,0	286,2	124,0	7,0	5,0	44,0
ШП-26	98,4	8,0	309,2	133,0	8,0	7,0	49,2