

УДК 622.268.6.001.57

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ВНЕЗАПНЫМИ ВЫБРОСАМИ В ОП «ШАХТА «ХОЛОДНАЯ БАЛКА»

Кукота М. В., студент гр. РПМ-15,
Гомаль И. И., канд. техн. наук, науч. рук.
(ГОУВПО «ДОННТУ», г. Донецк, ДНР)
ivan.gomal.77@mail.ru

Рассмотрены причины возникновения внезапных выбросов угля, породы и газа на горнодобывающем предприятии. Установлены наиболее действенные и применяемые способы по их предотвращению и обеспечению безопасного труда рабочих.

Ключевые слова: горная выработка, внезапный выброс, гидроотжим, дегазационная скважина, система акустического контроля, угольный массив.

В настоящее время борьба с выбросами метана и горной массы – одна из актуальнейших проблем обеспечения безопасных условий труда горнорабочих на шахтах.

В последние годы в результате интенсификации угледобычи за счет технического перевооружения угольной промышленности и внедрения высокопроизводительных горных машин при всех усложняющихся горно-геологических и горнотехнических условиях резко увеличилось пылеобразование и газообильность шахт, что привело к повышенной опасности взрывов, выбросов угля и более строгому контролю мер предотвращения аварийных ситуаций на горнодобывающем предприятии.

В результате совокупного действия горного давления и давления газа в призабойной части угольного пласта формируется выбросоопасная ситуация, которая характеризуется состоянием неустойчивого соотношения сил, развязывающих внезапный выброс, и сил, препятствующих возникновению внезапного выброса.

Задачей работы является рассмотрение применяемых в мировой практике, а также внедрение новых в шахтоуправле-

нии «Холодная Балка» методов по борьбе с внезапными выбросами.

Академику А. А. Скочинскому принадлежит наиболее точное определение явления внезапных выбросов угля, породы и газа: «Внезапным выбросом считается явление лавинонарастающего смещения угля или породы под действием горного давления и заключенного в массиве газа, сопровождающееся динамическим эффектом с отбросом горной массы и тонким ее измельчением, значительным выделением газа в короткое время и образованием характерной полости в пласте» [1].

Необходимость точного определения внезапного выброса угля, породы и газа была вызвана тем, что динамические явления, возникающие в различных горнотехнических и горно-геологических условиях, различаются как по физической сущности процессов их образования и развития, так и по степени тяжести последствий. Поэтому направления исследований в этой области, в том числе методы прогнозирования и борьбы с такими явлениями, также являются различными.

Для ликвидации выбросоопасной ситуации достаточно выполнить одно из следующих условий:

- уменьшить напряженное состояние угольного массива (снизить коэффициент концентрации напряжений в призабойной зоне до величины, при которой невозможно его быстрое разрушение);

- снизить давление газа в пласте;

- изменить свойства пласта, от которых зависит формирование выбросоопасной ситуации: повысить пластические свойства угля, увеличить или уменьшить газопроницаемость пласта.

Исходя из основных положений, на основе мирового опыта в горнодобывающей промышленности были разработаны, успешно протестированы и взяты на вооружение, горными предприятиями, следующие способы по предупреждению и борьбе с внезапными выбросами угля, породы и газа: отработка защитных пластов; гидрорыхление пласта; бурение опережающих скважин и образование полостей; торпедирование угольного массива; автоматизированный прогноз газодинамических явлений. Рассмотрим ниже приведенные методы:

Отработка защитных пластов

Защитным считается такой пласт (пропласток, слой породы), опережающая разработка которого обеспечивает полную безопасность в отношении внезапных выбросов на защищаемом пласте свиты или частичную разгрузку от горного давления, облегчающую выполнение других способов борьбы с внезапными выбросами. Защите подлежат угольные пласты, опасные и угрожаемые по внезапным выбросам угля и газа, пласты (слои) выбросоопасных песчаников, по которым проводятся горные выработки.

Механизм защитного действия заключается в том, что по мере отработки защитного пласта вслед за выемкой угля развиваются деформации упругого восстановления, упругого последействия и обратной ползучести вмещающих пород, сопровождающиеся расслоением (обрушением) пород кровли и приводящие к изменению напряженного состояния горного массива, в том числе находящихся в зоне влияния угольных пластов. Если разработка защитного пласта приведет к такому изменению напряженности находящегося в зоне влияния защищаемого выбросоопасного пласта, которое обеспечит рост газопроницаемости и, как следствие, эффективную дегазацию, выбросы угля и газа будут предотвращены.

Защитные могут быть не только угольные пласты, но и пропластки и породные слои. Если все пласты в свите потенциально выбросоопасные, то в качестве защитного принимается пласт наименее опасный и наиболее перспективный с точки зрения защиты, обрабатываемый как одиночный с применением необходимого комплекса противовыбросных мероприятий. Отработку защитного пласта необходимо производить без оставления целиков и участков угольного массива в выработанном пространстве [2].

Гидрорыхление угольного пласта

Применение локальной обработки выбросоопасного пласта в режиме рыхления имеет целью нарушение структуры пласта под действием воды, нагнетаемой под высоким давлением.

Гидрообработка пласта идет через ряд скважин, пробуренных на зону максимальных напряжений таким образом, чтобы обработанная призабойная зона пласта была непрерывной и имела ширину, достаточную для выполнения нескольких технологи-

ческих циклов, а также для неснижаемого опережения. В обработанной зоне снижается величина напряжений, увеличивается расстояние от забоя до зоны максимальных напряжений. Свободный газ вытесняется вследствие поршневого действия воды. Гидравлическое рыхление воздействует, главным образом, на изменение структуры и выравнивание напряженно-деформированного состояния пласта. Одновременно изменяется режим газовыделения.

Основными условиями применения гидрорыхления являются такие природные характеристики пласта, которые обеспечивают интенсивное поступление воды в угольный массив и равномерное ее распределение в пласте или в отдельных пачках, а также невозможность ее неожиданного прорыва через герметизатор или слабую пачку угля. Гидрорыхление считается законченным, если в скважину подано расчетное количество воды и давление воды снизилось не менее чем на 30% от максимального давления нагнетания [2].

Бурение опережающих скважин, образование полостей и торпедирование угольного массива

Скважины, пробуренные из очистных и подготовительных забоев, предназначены для дегазации призабойной части пласта при свободном истечении газа. Для повышения эффективности дегазирующего действия они бурятся увеличенного диаметра с таким расчетом, чтобы образовалась разгруженная зона, позволяющая увеличить радиус дегазирующего влияния скважины. Поэтому скважины, пробуренные из очистных и подготовительных забоев, по существу являются разгрузочно-дегазационными скважинами.

Особенность работы разгрузочно-дегазационных скважин в призабойной области, где действуют технологические условия выбороопасности, заключается в том, что скважины пересекают зоны с различным напряженным состоянием и, следовательно, с различной газопроницаемостью, поэтому газовыделение по длине скважин неравномерно. Основным условием применения разгрузочных дегазационных скважин является их расположение на расстоянии друг от друга, не превышающем радиуса эффективного влияния одной скважины, чтобы в плоскости пласта была образована непрерывная обработанная призабойная зона пласта.

Разгружающее и дегазирующее влияние скважин проявляется не сразу, но достаточно быстро, чтобы к началу выполнения технологического цикла угольный массив оказался обработанным.

По механизму воздействия на призабойную часть угольного массива образования опережающих полостей относятся к разгрузочно-дегазационным скважинам, хотя технология бурения скважин и образования полостей различна. Полости применяются только в подготовительных забоях по технологическим соображениям. Полости, также как и скважины, пересекают разгруженную зону угольного пласта, затем зону максимальных напряжений и внедряются в угольный массив, где напряженное состояние снижается до уровня природных напряжений.

Торпедирование является способом рыхления угольного массива впереди забоев очистных и подготовительных выработок взрывными работами. Целью торпедирования являются нарушения природной структуры пласта энергией взрыва, изменение напряженно-деформированного состояния и, как следствие этого, изменение газовой обстановки. После торпедирования уголь в забое может выниматься одним из известных способов: выемочной или проходческой машиной, отбойным молотком, буровзрывным способом.

Анализируя рассмотренные выше методы по борьбе с внезапными выбросами угля, породы и газа, в условиях ОП «Холодная Балка» целесообразно применять бурение опережающих скважин. Главными достоинствами данного способа перед другими можно считать: высокую эффективность в условиях глубоких шахт Донбасса, а также скорая готовность угольного массива к отработке к началу выполнения технологического цикла.

Автоматизированный прогноз газодинамических явлений

С увеличением глубины разработки угольных месторождений возрастает опасность катастрофических проявлений горного давления в виде внезапных выбросов угля, газа, породы. Наиболее технологичными и физически обоснованными являются нормативные способы прогноза, основанные на использовании акустических колебаний, как носителей информации о напряженном состоянии породного массива. Эти способы реализуются в Украине с помощью системы акустического контроля массива горных

пород и прогноза динамических явлений (далее — система СА КСМ). В основе работы системы СА КСМ лежит непрерывный анализ отношения амплитуды высших и низших частот регистрируемых акустических колебаний и сравнение полученных величин с некоторым критическим значением.

Система СА КСМ

При использовании мировых результатов разработки мер борьбы с газодинамическими явлениями, в Донбассе была разработана система акустического контроля массива горных пород и прогноза динамических явлений СА КСМ.

Система СА КСМ позволяет осуществлять:

- прогноз всех видов динамических явлений: удароопасности и выбросоопасности, внезапных выдавливаний угля, разрушения пород почвы с интенсивным газовыделением;
- прогноз геологических нарушений впереди забоя;
- контроль безопасности бурения скважин на склонных к внезапным выбросам угольных пластах;
- оценку эффективности мер предотвращения ДЯ;
- контроль состояния призабойной части массива горных пород;
- определение параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород;
- контроль технологических процессов в очистных и подготовительных забоях.

По каждой из перечисленных задач разработаны алгоритмы обработки и анализа искусственных акустических сигналов. Схема их реализации общая: регистрация акустического сигнала, возбуждаемого воздействием на массив горного оборудования, передача его на поверхность, обработка и анализ программными средствами. Физическими основами прогноза ГДЯ служит связь параметров спектра искусственного акустического сигнала со слоистым строением углевмещающих пород и развитием межслоевых деформаций, установленный характер развития межслоевых деформаций и возвратно-поступательные движения максимума опорного давления в движущемся забое. Алгоритмы и методы решения перечисленных задач прошли всестороннюю проверку в различных горно-геологических условиях.

Состав системы СА КСМ

Система СА КСМ состоит из аппаратуры передачи акустического сигнала из забоя на поверхность (далее — АРАС) и персонального компьютера с программным обеспечением акустического контроля состояния массива горных пород (далее — АКМП). Аппаратуру и программное обеспечение изготавливает и поставляет Межотраслевая научно-техническая лаборатория по разработке, изготовлению и внедрению автоматизированных систем МНТЛ РИВАС (г. Москва).



Рис. 1. Состав системы СА КСМ

Аппаратура АРАС состоит из геофона, переговорного устройства и наземного устройства. Геофон устанавливается на расстоянии 10–40 м от забоя горной выработки, он служит для преобразования упругих колебаний массива горных пород в электрический (далее — акустический) сигнал, его преобразование и передачу на поверхность по свободной двухпроводной линии связи. По этой же линии от наземного устройства поступает электропитание геофона. В подготовительной выработке геофон устанавливается в шпуре длиной до 0,7 м или на элементах анкерной крепи при условии жесткого соединения его чувстви-

тельной части с массивом горных пород. В очистном забое устанавливается по одному геофону в оконтуривающих горных выработках или на элементах крепи в забое на расстоянии до 40 м от сопряжения с оконтуривающими выработками. Переговорное устройство обеспечивает связь забоя с оператором, обрабатывающим акустические сигналы. Переговорное устройство используется также при ликвидации неисправности линий передачи акустического сигнала и как дополнительная независимая связь с забоем.

Высокий уровень автоматизации программы АКМП позволяет контролировать её работу на нескольких шахтах в одном пункте, снижая количество обслуживающего персонала. Заключение о состоянии массива горных пород и опасности динамических явлений выдается автоматически, что не требует специальной подготовки операторов, занятых на обработке акустических сигналов. Сообщение о безопасном состоянии забоя считается штатным и на печать не выдается. Сообщение об опасном состоянии забоя на печать выдается автоматически с одновременным извещением технических руководителей шахты.

Основными преимуществами системы СА КСМ служат:

- высокий уровень не только сбора и обработки акустической информации, но и принятия решения о состоянии массива горных пород, не зависящие от субъективного фактора;
- текущий прогноз всех видов динамических явлений;
- непрерывный контроль массива горных пород в активных забоях, представляющих наибольшую опасность по газодинамическим и динамическим явлениям;
- прогноз геологических нарушений, которые с увеличением глубины отработки угольных месторождений представляют основную опасность по динамическим явлениям;
- регистрация акустических сигналов, дополнительная связь забоя с поверхностью осуществляется независимо от шахтной сети энергоснабжения [3].

Применение системы СК КСМ в реальных условиях

На шахтах Донбасса методы акустического контроля массива горных пород и прогноза ГДЯ применяются более 15 лет, в том числе на шахтах им. А. А. Скочинского и «Холодная Бал-

ка», разрабатывающие особо выбросоопасные угольные пласты h_6^B и h_{10}^B . О степени опасности угольных пластов свидетельствуют следующие факты: в совокупности на обеих шахтах в период 2000–2010 гг. при сотрясательном взрывании в нишах ежегодно происходило от 12 до 83 выбросов и микровыбросов угля и газа.

Для уменьшения вероятности возникновения чрезвычайной ситуации, при диагностировании возможного выброса, в предполагаемом месте бурят шпур и производят подрыв ВВ в режиме сотрясательного взрывания [4].

Выводы

1. Вследствие возрастания глубины разработки увеличивается потенциальная опасность угольных шахт по газодинамическим явлениям, вследствие чего создается риск завала выработки с людскими жертвами и причинение высоких материальных убытков; заполнения выработки газами, взрыв которых может спровоцировать поднятие угольной пыли и ее последующую детонацию.

2. Для ликвидации возможного выброса достаточно выполнить одно из следующих условий: уменьшить напряженное состояние угольного массива; снизить давление газа в пласте; изменить свойства пласта.

3. В условиях ОП «Холодная Балка», помимо системы СА КСМ, также целесообразно применять бурение опережающих скважин, данный способ будет весьма эффективно себя показывать, благодаря простоте процесса и возможности через короткий промежуток времени начинать выполнение технологического цикла по отработке угольного массива.

Библиографический список

1. Большинский, М. И. Теория внезапных выбросов угля, пород и газа [Текст] / М. И. Большинский. – ЦБНТИ МУП УССР, 1993. – 208с. : ил.
2. Методы и средства прогноза и предотвращения газодинамических явлений в угольных шахтах. Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах. Т. 3 [Текст] / А. М. Брюханов, А. В. Агафонов, А. А. Рубинский, Г. И. Колчин – Донецк: Вебер, 2007. – 692 с.

3. Смирнов, О. В. Прогноз геологических нарушений по параметрам акустического сигнала [Текст] / О. В. Смирнов, А. И. Кулик, Е. А. Лапин // Уголь. – 2015.– №11.– С. 76–79.

4. Копылов, К. Н. Испытания автоматизированной системы акустического контроля [Текст] / К. Н. Копылов, О. В. Смирнов, А. И. Кулик, П. В. Потапов // Уголь. – 2015.– №7.– С. 44–48.

Kukota M. V., Gomal I. I.

(SEI HPE «Donetsk national technical university», Donetsk, DPR)

CHOICE OF RATIONAL METHODS OF FIGH TAGAINST SUDDEN EXTRASSIN MINE“KHOLODNAYA BALKА”

The causes of sudden emissions of coal, rock and gas in a mining enterprise are considered. The most effective and applied methods for their prevention and ensuring safe labor of workers have been established.

Keywords: mining, sudden release, hydro-pressing, degassing well, acoustic control system, coal massif.