

ВЫБРОСЫ ГАЗА В ЗАКРЫТЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Выброс является высвобождением газа и угля из рабочей поверхности забоя. Это явление высвобождения энергии, которое может привести к катастрофическим последствиям. Оно может привести к серьёзным и даже фатальным травмам при механическом воздействии или удушье. Неконтролируемое выделение газа может обратить систему вентиляции и, при наличии источника возгорания, привести к взрыву.

Большинство мощных выбросов произошло в геологических структурах в угольных пластах, которые имели включения раздробленной породы. Некоторые, однако, произошли в цельном угле, который измельчался в процессе выброса. Примеры двух видов выбросов приведены ниже.

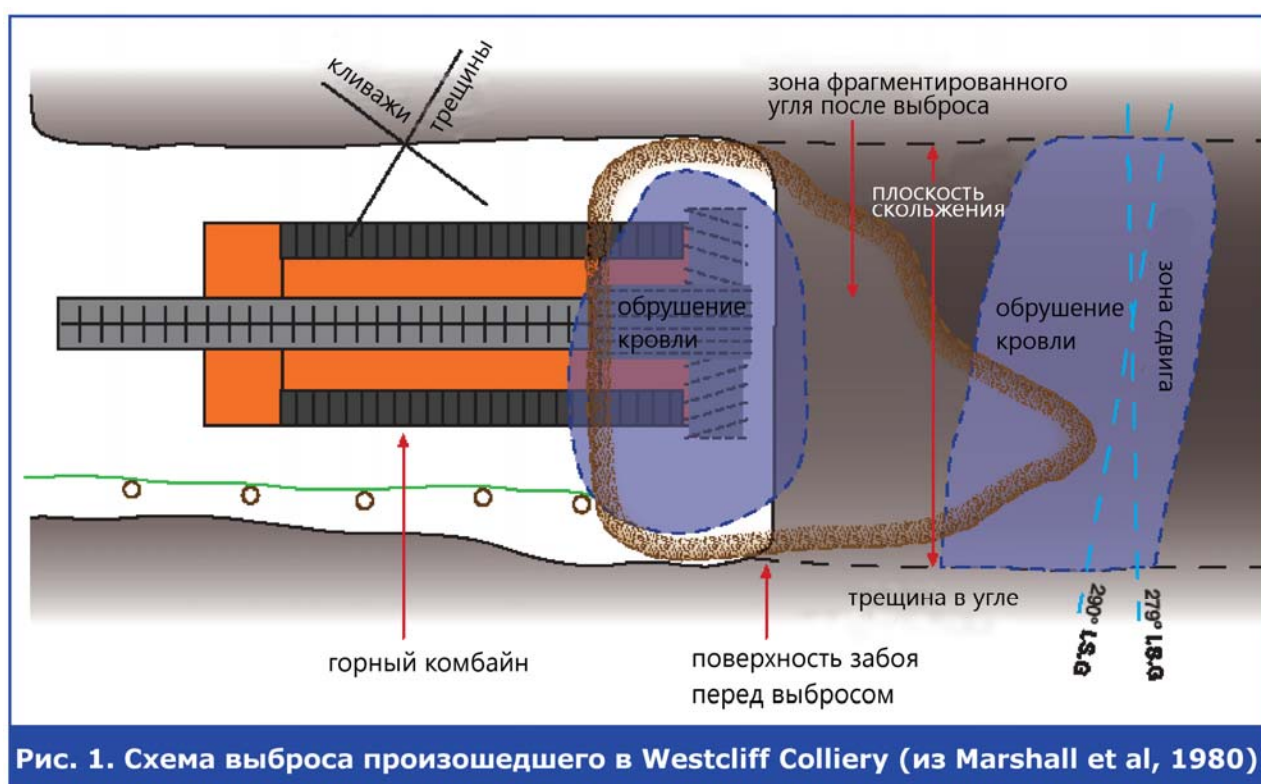


Рис. 1 показывает схему выброса, который произошёл в Westcliff Colliery, NSW, Австралия, который сдвинул назад горный комбайн. Источником энергии выброса была зона сдвига в угле за поверхностью забоя.

Рис. 2 показывает схему типичного выброса, который произошёл в цельном угле в Leichardt Colliery, QLD, Австралия. В этом случае выбросы всегда происходят перпендикулярно направлению кливажа, им часто предшествует появление слоистых «луковичных» структур на поверхности забоя перед вывалом вперёд, оставляя коническую выемку в стенке выработки. Объём таких выбросов составляет 1-350 т.

Чтобы произошёл выброс, в первую очередь нужно обрушение угля. Обрушение является обычным явлением в практике угледобычи и происходит, когда напряжение в угле превосходит его прочность. При выбросах, обрушение угля сопровождается высвобождением энергии и газа. Ключом для понимания выбросов является определение вероятных источников высвобождения энергии, ключом для их контроля является минимизация потенциала для высвобождения энергии.

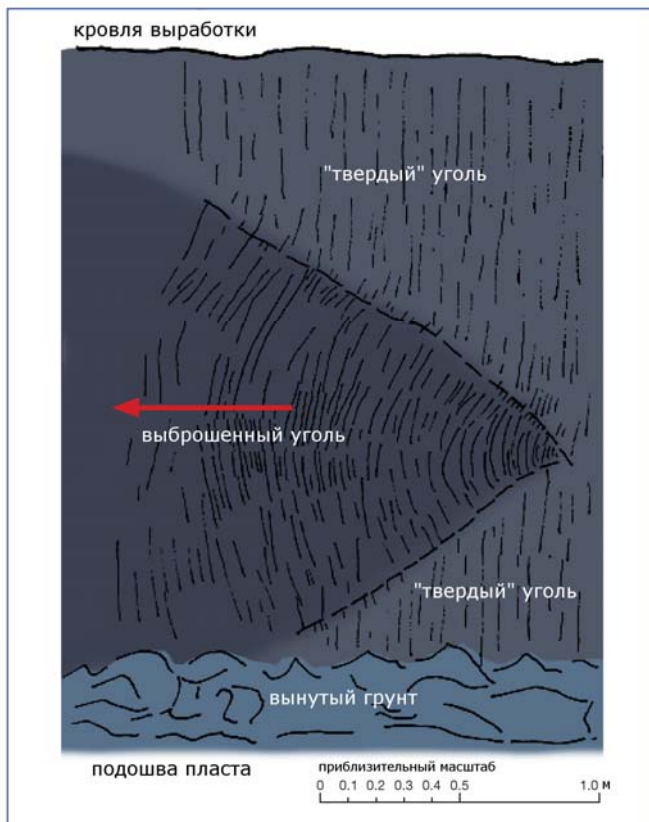


Рис. 2. Типичный вид стенки выработки после небольшого выброса в Leichhardt Colliery (Moore и Hanes, 1980).

Источниками энергии в породе и угле являются:

Энергия деформации в угле и окружающей породе - зависит от величин напряжения в угле и его геомеханических свойств. Максимальное напряжение часто ограничено обрушением поверхности выработки. В случае выброса уголь разрушается от поверхности в глубь цельного угля, состояние напряжения варьируется от состояния на поверхности (ограниченного прочностью не сдерживаемого угля) до состояния для не разрабатываемого угля. Энергия деформации может также выделяться при движении окружающей породы.

Расширение газа из свободного пространства – происходит при адиабатическом расширении газа из кливажа. Оно является практически линейной функцией объёма и давления газа. Если угольный пласт насыщен водой, этого явления не происходит.

Диффузия газа из угольных частиц – газ может диффундировать из частиц угля под некоторым давлением в свободное пространство обрушившегося угля. Этот газ может затем адиабатически расширяться с выделением кинетической энергии. Ключевым моментом для высвобождения энергии является содержание газа в угле, которое связано с давлением газа через изотерму

сорбции, размер частиц угля и коэффициент диффузии. Эти факторы определяют скорость высвобождения газа.

Существует также существенное количество энергии, поглощенное во время обрушения, которое уменьшает энергию выброса. Оно связано с вязкостью угля на излом. По определению это степень поглощения энергии в процессе обрушения.

Определение степени вероятности выброса

Процедура определения вероятности выброса включает оценку, во-первых, количества энергии на единицу объёма выброса и, во-вторых, вероятного объёма выброса.

Величина высвобожденной энергии на единицу объёма вычисляется путём определения величины напряжения в угле и его упругих характеристик. Свободное пространство обычно является очень маленьким компонентом и может быть опущено, в то время как диффузионное поведение угля является важным. Это требует замеров давления и содержания газа, начальный коэффициент диффузии угля и определения вероятного размера частиц угля при выбросе. Воздушное бурение симулирует выброс и собранные при бурении частицы угля дают консервативную (минимальную) оценку их размеров при выбросе. В случае сбросного раздробленного материала, размеры частиц определяются путем измерения либо оцениваются из данных прошлых выбросов.

Энергию, поглощённую при дроблении угля на единицу объёма трудно измерить, но оценка вязкости на излом может быть получена из испытаний на размолоспособность, падающим молотом или насыщением цельного угля газом с последующим резким сбросом давления и оценкой степени растрескивания.

Размеры потенциального выброса также важны, поскольку это прямо влияет на выделившуюся энергию. Как обрушение связано с действующим напряжением и прочностью угля, так и вероятная зона обрушения может быть определена с учётом вклада давления жидкости в действующие напряжение. Однако большинство обрушений ассоциируются с обрушившимся раздробленным материалом, и размер зоны имеет исключительное влияние на серьёзность выброса газа после него. Вследствие этого определение вероятного объёма раздробленного материала весьма важно.

Подходом к контролю выбросов газа может быть дегазация пласта до достаточно низкого газосодержания, когда даже проходка раздробленного материала не приведёт к серьёзному выбросу. Однако это может быть непрактично для угля с низкой проходимостью, добыча которого может вестись безопасно при более высоком газосодержании. В этом случае разные безопасные

уровни газосодержания могут быть установлены для цельного и дроблёного угля. Важным моментом в контроле безопасной добычи угля является определение нахождения таких зон обрушения, поэтому необходима большая уверенность в результатах разведки. Это может быть достигнуто комбинированием бурения в пласте с замерами и геофизических методов.

Важность проходимости угля

Проходимость угля не имеет прямого влияния на масштаб выброса при данном газосодержании и уровне напряжения. Однако угли с низкой проходимостью гораздо более склонны к выбросам газа, поскольку они гораздо труднее поддаются дегазированию.

Опасность взрывных работ в углях склонных к выбросам

Практика взрывных работ не должна использоваться в углях склонных к выбросам газа. Исторически выбросы происходили после взрывов, застигая врасплох персонал. Как очевидно, в некоторых случаях выбросы происходили в стенке выработки за поверхностью, где работал проходческий комбайн. В других случаях выбросы вызванные взрывными работами были столь велики, что полностью перегружали вентиляционную систему шахты, что приводило к взрыву газа.

Подход Сигры

Подход Сигры к выбросам газа включает в себя, во-первых, понимание геологических условий, далее измерение напряжения в угле и его упругих и прочностных характеристик, чтобы оценить энергию деформации, выделяющуюся при обвале угля. После чего проводится тщательное тестирование для определения содержания газа и десорбционное поведение угля, включая характер его разрушения при резком падении давления газа. На основе этих измерений мы можем определить риск и рекомендовать уровень дегазации для минимизирования вероятности выброса. Важно понимать, один единственный порог содержания газа не может удовлетворять всем возможным условиям.

Сигра может характеризовать поведение угольного резервуара и разработать соответствующую дренажную систему для шахты.

Ссылки

Marshall P, Griffiths L and Lama R D (1980). Occurrence of Outbursts at West Cliff Colliery. Papers Presented at the Symposium on The Occurrence, Prediction and Control of Outbursts in Coal Mines. AusIMM Southern Queensland Branch, September 1980

Moore R D and Hanes J (1980). Bursts at Leichhardt Colliery, Central Queensland and the Apparent Benefits of Mining by Shotfiring. Papers Presented at the Symposium on The Occurrence, Prediction and Control of Outbursts in Coal Mines. AusIMM Southern Queensland Branch, September 1980