

В. К. ШИПАЧЕВ, канд. техн. наук

Выброс и причины его возникновения*

При проведении горных работ в подземных условиях, особенно с переходом на глубокие горизонты, увеличивается количество выбросов. Впервые выброс зафиксирован в 1879 г. на шахте «Агропп» № 2 (Бельгия), где работы велись на глубине 610 м. В горную выработку выбросило свыше 430 т угля и огромное количество метана.

Наиболее достоверны сведения о выбросах, произошедших в наше время. В отдельных случаях выбрасывалось свыше 140 тыс. т угля и 250 тыс. м³ метана. Самый крупный в мире выброс зафиксирован в 1953 г. на шахте «Менценграбен» (ГДР) – 100 тыс. т калийной соли и более 700 тыс. м³ углекислого газа.

Примеры катастрофических выбросов в подземных условиях свидетельствуют о том, что это явление до конца не изучено. При установлении причин происхождения выбросов ученые назвали основные из них: горное давление; физико-механические свойства угля; высокое давление газа вне сорбционного объема; энергетическая гипотеза.

Сторонники энергетической гипотезы главными факторами опасности выбросов считают напряженность пласта, его газоносность, физико-механические свойства; профессора И. М. Петухов и А. М. Линьков (ВНИМИ) предполагают, что внезапный выброс происходит в результате высвобождения запасенной энергии при определенных условиях; проф. В. И. Николин (МакНИИ – ДонНТУ) считает, что надо иметь достоверную физическую модель выбросоопасного пласта и располагать показателями прочности газоносного массива, примыкающего к выработке. Существует технофизическая гипотеза, согласно которой на напряженное состояние горных пород влияют тектонические процессы. Это отрицать невозможно, однако ни одна из гипотез не объясняет как происходит выброс, и каждая из них в конце концов заходит в тупик. Более 25 лет назад Н. Е. Волошин (МакНИИ) предположил, что первостепенное значение в возникновении выбросов угля и газа имеет тектоническая напряженность вмещающего массива. Близики к природе возникновения выброса ученые Перм-

ского политехнического института Г. Д. Полянина, И. М. Проскураков и И. В. Челышев.

Многолетние исследования автора статьи привели его к изучению причин возникновения высокой напряженности горного массива. Это позволило сформулировать механизм выброса в горных условиях, который подтверждают очевидцы данного явления.

Выброс – очень быстрое разрушение части массива. Как правило, разрушающееся тело имеет склонность к образованию трещин структуры. Любое разрушение начинается с трещин. Для их развития должны быть созданы условия. Прежде всего – высокая напряженность тела. При значительных напряжениях однородные хрупкие материалы становятся очень опасны для разрушения. Если напряженное состояние выше теоретической прочности материала, трещины развиваются. При превышении некоторой критической длины трещины производят больше энергии, чем потребляют для своего развития. В этом случае процесс протекает подобно взрыву – очень быстро, со скоростью, равной примерно половине скорости звука. В угле, соли, граните, песчанике и других хрупких материалах трещины распространяются по спирали. Хрупкое тело из наиболее напряженной точки массива начинает разрушаться последовательно, частица за частицей, слой за слоем, подобно смерчу в массиве, с выделением огромного количества энергии и выносом разрушенного материала и газа в свободное пространство. Выброс может развиваться в различных вариантах.

Разрушающийся материал должен иметь склонную к образованию трещины структуру и физико-механические свойства. Не все угольные пласты «бросают», так как структура выбросоопасных пластов очень отличается от пластов невыбросоопасных.

Таким образом, главные в возникновении выброса – напряженность массива и структура тела (угля, породы и другого полезного ископаемого). Для образования трещины напряженность должна превышать предел прочности материала.

Напряженность горных пород в толще земной коры обусловлена природой ее образования. В результате круговорота веществ, из которых состоит

* В порядке обсуждения.

Земля, ежегодно, за счет действия вулканов из недр, выбрасывается около 500 км^3 вещества, которое оседает на поверхности Земли. Этого достаточно, чтобы покрыть Землю вулканическим веществом слоем 0,1 мм. Столько же растительных органических остатков образуется на поверхности вследствие фотосинтеза и превращения солнечной энергии в растения, которые, отмирая, создают отложения и будущие залежи угля, нефти, газа. Яркий пример этого – отложения торфа и чернозема, которые за миллионы лет превращаются в уголь и углеводород на больших глубинах.

Ежегодно на поверхности Земли накапливается примерно 0,15 мм осадков вулканического и органического происхождения, а за миллионы лет образовалось примерно 50 км земной коры, из которой почти половину составляет энергия Солнца, а другая образуется из-за круговорота веществ Земли, поднимается из недр и равномерно покрывает ее.

Земная кора постоянно опускается к центру Земли, по несколько миллиметров за десятки лет. При этом слои ее очень сильно сжимаются. От этих сжатий земная кора трескается, появляются нарушения ее целостности, происходят и горнообразовательные процессы, когда часть земной коры «выдавливается» вверх.

На относительно небольших глубинах напряженность горных пород значительно превышает пределы их прочности. Поэтому происходят выбросы даже на глубине 300 м, где uH значительно меньше предела прочности горных пород, которые подвержены разрушению, но напряженность массива очень высока. Исследования показывают, что она может в 3 раза и более превышать uH .

На возникновение выбросов влияют внешние факторы, воздействующие на массив при ведении горных работ. Их провоцируют резонансные явления, когда напряженность массива в месте разрушения хрупкого тела выбросом превышает предел его прочности и оно начинает разрушаться, – происходит выброс. Менее хрупкие тела тоже могут разрушаться, но не так быстро. Например, сланцы

в горных выработках выдавливаются медленно, и это не имеет катастрофического характера.

Таким образом, выброс – следствие высокой напряженности хрупкого тела в недрах земной коры и воздействия на него других факторов, при которых возникает резонанс, а напряженность в горных породах – следствие образования земной коры, когда возникают огромные по величине горизонтальные силы: они и приводят к изменению состояния пород на больших глубинах.

Значительное количество газа образуется в процессе самого явления выброса. Большая линейная скорость частиц – на периферии вращающегося потока, создает условия, при которых из углерода и воды образуется метан.

Скорость частиц очень высока, может превышать скорость звука. Полость выброса работает как реактор по производству газа. При выбросе угля или песчаника в шахте образуется метан, а в случае выброса гранита или соли – углекислый газ (по той же схеме, что и метан).

Неоднократно проведенный анализ мелкого угля (так называемой «бешеной муки»), выброшенного в выработку, показывает, что он подвергся значительным изменениям. В нем меньше углерода и влаги. Таким образом, недостающие компоненты стали материалом для образования газа. В этом причина образования огромного количества газа при выбросах.

С учетом новых сведений и в целях повышения безопасности ведения горных работ необходимо скорректировать имеющиеся противовыбросные мероприятия, которые позволят значительно снизить количество и внезапность данных явлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волошин Н. Е. Внезапные выбросы и способы борьбы с ними в угольных шахтах / Н. Е. Волошин. – К.: Техніка, 1985. – 128 с.
2. Griffith A. A. The Phenomena of rupture and flow in solids / A. A. Griffith // Phil. Trans. Roy. Soc. – London, 1921. – V. 221. – P. 163–198.