

УДК 622.411.33

Л. А. Шевченко, С. Н. Ливинская

ГАЗОВЫДЕЛЕНИЕ ИЗ ОТБИТОГО УГЛЯ ПРИ ИНТЕНСИВНОЙ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Современные тенденции подземной угледобычи характеризуются резким ростом нагрузок на очистной забой с одновременным сокращением их числа в действующих шахтах до одного-двух, оборудованных высокопроизводительными комплексами, способными обеспечивать суточную добычу до 25-30 тыс. тонн. С использованием подобных технологий Кузбасс в 2012 году перешагнул рубеж 200 млн. тонн и продолжает наращивать добычу угля в последующие годы (в 2013 году – 203,5 млн. тонн, в 2014 году планируется добыть 215 млн. тонн).

Дальнейший рост добычи угля невозможен без кардинального решения многих возникших в связи с этим проблем, одной из которых является проблема, связанная с высоким уровнем газообильности очистных забоев.

Решение данной проблемы предусматривает комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на устранение лимитирующего влияния газового фактора на производительность очистного забоя и повышение безопасности работ при подземной добыче угля.

Важным шагом в решении проблемы является детальный анализ газового баланса выемочных участков шахт с целью выявления наиболее интенсивных источников газовыделения.

Результаты газовых съемок, проведенных на выемочных участках шахт, где работают высокопроизводительные очистные комплексы (шахта «Котинская», им. С.М. Кирова ОАО СУЭК-Кузбасс) показывают, что структура газового баланса существенно меняется в сторону увеличения доли метана, выделяющегося из разрабатываемого пласта (обнаженная поверхность забоя плюс отбитый уголь) и, соответственно, уменьшения доли газа, поступающего из выработанного пространства [1].

При высоких темпах подвигания очистных работ до 25 метров в сутки зона разгрузки вмещающих толщ и заключенных в них угольных пластов, как в кровле, так и в почве значительно отстает от линии очистного забоя, что затрудняет миграцию метана из смежных пластов в выработанное пространство, а затем и в лаву, но вместе с тем растет интенсивность газоотдачи с обнаженной поверхности пласта в зоне работы комбайна, а, следовательно, и из отбитого им угля.

Принимая во внимание членковую схему работы комбайна по отбойке угля, рассмотрим условия формирования процессов газовыделения на отдельных этапах технологического цикла.

Как известно, газовыделение из отбитого угля

зависит от его фракционного состава и газоносности пласта в призабойной зоне, а также от времени нахождения в пределах выемочного участка. Все три фактора определяют газовую ситуацию в очистном забое и в известных случаях могут служить барьером для достижения высокой производительности выемочной техники за счет снижения коэффициента машинного времени при вынужденных остановках, вызванных повышенным содержанием метана и соответственно отключением электроэнергии на участке.

Исследования, проведенные на шахтах им. С.М. Кирова, «Котинская», «Талдинская западная» (СУЭК-Кузбасс), показывают, что на мониторах систем автоматического газового контроля повышения концентрации метана в исходящих струях выемочных участков совпадает по времени с началом работы комбайна в лаве и снижается после его окончания. Это свидетельствует о том, что в условиях эксплуатации высокопроизводительных комплексов в угольных шахтах главным источником метана в призабойную зону, а впоследствии и далее является отбитый уголь.

Как отличалось выше, одним из основных факторов, определяющих газоотдачу отбитого угля, является его масса, величина которой меняется в течение одного цикла работы очистного комбайна. Взяв в качестве объекта исследования лаву длиной 250 м, отрабатывающую угольный пласт мощностью 2,5 м комбайном с шириной захвата 0,8 м, рассчитаем массу угля, которая в разные моменты технологического цикла после отбойки оказывается на лавном конвейере.

В начале цикла, когда лавный конвейер только начинает загружаться углем, его масса принимается равной нулю. Далее она увеличивается пропорционально росту угольного потока и достигает максимума в верхней точке лавы.

После остановки комбайна оставшийся уголь движется в нижнюю точку лавы, снижая свою массу до нуля. В начале второй половины цикла, когда комбайн перемещается в обратном направлении, формирование массы отбитого угля несколько усложняется за счет разности скоростей движения лавного конвейера и подвигания комбайна вдоль лавы.

Учитывая, что скорость движения комбайна типа «Джой» может составлять до 10 м/мин, а цепи лавного конвейера 1,5 м/с, можно определить, что отрезок лавного конвейера от комбайна до нижней точки будет полностью загружен только через 30 м от вентиляционного штрека или через 3 минуты работы комбайна. В этот момент масса

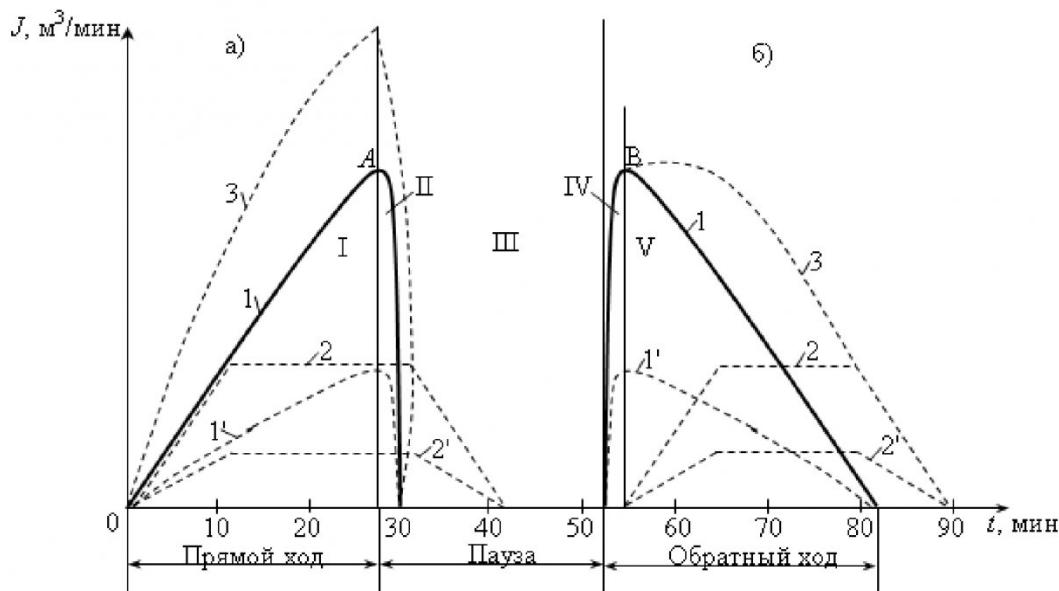


Рис. 1. Совмещенные во времени кривые газовыделения из отбитого угля в очистном забое и конвейерном штреке при прямом (а) и обратном (б) ходе комбайна:

1 – очистной забой (сплошные линии), 2 – конвейерный штрек (пунктирные линии),
3 – суммарное газовыделение, 1' и 2' – то же после дегазации.

угля на конвейере будет максимальной и далее начнет уменьшаться.

По аналогии с изменением массы отбитого угля изменяется и газообильность очистного забоя (рис. 1).

Принимая во внимание технические скорости движения комбайнов различных типов вдоль лавы, можно определить общую продолжительность одного полного цикла работы механизированного комплекса и выделить следующие этапы: I – движение комбайна снизу вверх с нарастающей массой отбитого угля, II – выдача оставшегося на конвейере угля после подхода комбайна к верхней точке лавы, III – период, когда происходит передвижка конвейера на новую ленту и подготовка к обратному ходу, IV – обратный ход комбайна, при котором масса угля вначале растет и достигает максимума в точке, где отрезок конвейера между комбайном и конвейерным штреком полностью загружен углем, V – отрезок времени, когда загруженная часть лавного конвейера сокращается от точки максимума до нуля. В целом на один полный цикл работы комбайна, если нет аварийных остановок, затрачивается в среднем до одного часа.

Как отмечалось, аналогично изменению массы отбитого угля в лаве будет изменяться и его газоотдача в призабойное пространство. Аналитически объем газа, десорбированного из отбитого угля может быть выражено формулой

$$I = m(x_o - x_{ocm}), \quad (1)$$

где m – масса угля на лавном конвейере, т; x_o – газоносность краевой части угольного пласта, $\text{м}^3/\text{т}$; x_{ocm} – остаточная газоносность угля, выходящего из лавы, $\text{м}^3/\text{т}$.

Массу угля, находящегося на лавном конвейере, можно выразить зависимостью

$$m = s \cdot l_{\text{л}} \cdot \gamma, \quad (2)$$

где s – среднее поперечное сечение транспортируемого угля на лавном конвейере, м^2 ; γ – плотность разрыхленного угля на конвейере, $\text{т}/\text{м}^3$; $l_{\text{л}}$ – длина лавы, м.

Тогда общий объем метана, выделившегося из отбитого угля в лаве, будет равен

$$I = s \cdot l_{\text{л}} \cdot \gamma(x_o - x_{ocm}), \quad (3)$$

Ввиду относительно небольшого времени нахождения отбитого угля в пределах очистного забоя (4–5 минут) этот фактор в формуле (3) не учитывался, хотя в неявном виде он входит в величину X_{ocm} .

Таким образом, кривые газовыделения из отбитого угля в очистном забое и конвейерном штреке будут качественно аналогичны кривым изменения массы угля, движущемуся по конвейерным линиям в пределах каждого цикла (рис. 1).

Общая длина конвейерной линии в выработках, транспортирующих уголь из лавы, является основным показателем, характеризующим потенциальную газообильность выемочного участка. Так, конвейеры типа 2Л 120 и 2Л 120А при ширине ленты 1200 мм и сечении транспортируемого угля 0,165 м^2 на отрезке 2 км могут нести одновременно до 330 тонн угля, время отбойки которого от массива составляет от 3 минут в начале конвейерной линии до 15 минут в конце при скорости ленты 2,5 м/с.

Как показывает практика, за время транспортирования в пределах участка фракция угля 50 мм отдает в выработки до 50% метана, оставшаяся

часть выделяется уже на главных выработках или на поверхности. Более мелкие фракции могут дегазироваться в пределах участка до 70–80% и, соответственно, с меньшей газоносностью выходит за его пределы.

В общем случае в массе отбитого угля присутствуют различные фракции в зависимости от крепости данного пласта, трещиноватости и режима резания исполнительным органом комбайна, однако с достаточной уверенностью можно утверждать, что при работе современных механизированных комплексов указанные выше фракции являются преобладающими и именно они определяют скорость газоотдачи транспортируемого угля [2].

Наиболее неблагоприятная ситуация по фактору газовыделения из отбитого угля складывается при возвратноточной схеме проветривания лавы с подачей воздуха через конвейерный штрек. В этом случае имеет место сложение ординат кривых газовыделения в очистной забой и конвейерный штрек (кривая 3 на рис. 1), что создает крайне неблагоприятные условия проветривания выемочного участка в связи с тем, что на входящей в лаву струе концентрация метана может превышать 0,5 %. В этом случае возникает необходимость варьировать схемами проветривания очистного забоя или применять дегазацию угольного пласта, что может снизить общий уровень газообильности участка.

В пределах одного цикла будут иметь место два максимума подобных наложений, приуроченных к моменту положения комбайна в верхней точке лавы (при прямом ходе) и при отходе комбайна на расстояние $3V$ от верхней точки (при обратном ходе), где V – скорость движения комбайна вдоль лавы.

Принимая во внимание технические характеристики современных угольных комбайнов по

отбойке угля в лаве и скорости лавных и ленточных конвейеров, правомерно сделать допущение, что за одну смену может быть выполнено до пяти технологических циклов с производительностью 5–6 тыс. тонн угля, а в сутки до 20–25 тыс. тонн. Данное обстоятельство позволяет рассматривать отбитый уголь как основной источник газовыделения в горные выработки участка, на котором должны концентрироваться основные мероприятия по управлению газовой ситуацией в очистных и подготовительных забоях и прилегающих к ним горных выработках, по которым транспортируется уголь. Задача усложняется тем, что данный фактор зачастую является лимитирующим при интенсификации процесса угледобычи, искусственно снижающим технические возможности выемочной техники, а, следовательно, и экономические показатели работы шахт.

Наиболее перспективными путями решения данной задачи являются:

- снижение газоносности призабойной части угольного пласта в очистном забое (предварительная дегазация);
- разделение вентиляционных потоков, исходящих из лавы и конвейерного штрека;
- использование дополнительных струй, подаваемых в забой по выработкам, не связанным с транспортированием угля;
- исходящее проветривание очистного забоя (прямоточные схемы вентиляции при углах падения пласта менее 10°);
- использование газодренажных выработок; –дегазация выработанных пространств.

При рациональном сочетании вышеперечисленных мероприятий можно обеспечить максимальное использование технических характеристик очистных механизированных комплексов и минимизировать лимитирующее влияние газового фактора на их производительность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курта И.В. Особенности управления газовыделением при интенсивной отработке угольных пластов. / И.В. Курта, Г.И. Коршунов, О.И. Казанин, М.А. Логинов // Горный информационно-аналитический бюллетень М.: МГТУ. – 2011. – № 7 – С. 31-33.
2. Шевченко Л.А. Газодинамические процессы в призабойной зоне мощных угольных пластов. / Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010 – № 1. – С. 62-64.

Авторы статьи

Шевченко Леонид Андреевич
докт. техн. наук, проф., зав. каф. аэробиологии, охраны труда и природы КузГТУ. Email: chla@kuzstu.ru

Ливинская Светлана Николаевна
старший преподаватель каф. аэробиологии, охраны труда и природы КузГТУ. тел. (384-2) 39-63-70

Поступило в редакцию 7.01.2015