УДК 622.273

А.В. МОНТИКОВ
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), Россия

УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ И ВЫДЕЛЕНИЕМ ГАЗА В ВЫРАБОТАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

Обоснована необходимость разработки новых принципов подхода к организации дегазационных работ на угольных шахтах и направлений совершенствования технологических схем при разработке высокогазоносных угольных пластов на больших глубинах.

Предложена технологическая схема отработки выемочного участка с прямоточной схемой проветривания, с изоляцией выработанного пространства и охраной подготовительных выработок литыми полосами из быстротвердеющих материалов.

There has been justified a necessity of development of an organization approach aimed at seam degassing in coal mines and trends to improve production schemes of high gas-bearing coal beds mined at great depths.

There has been proposed a flow diagram of the working area development with the straight-through arrangement of ventilation, with the isolation of the worked-out space and protection of development workings with cast sheets of fast-hardening materials.

Экономическая стабильность шахты основывается на высоком уровне угледобычи, который достигается при использовании механизированных комплексов нового технического уровня. С их внедрением проблемы крепления призабойного пространства и выемки угля в основном решены. В очистном забое при выемке угля остро стоит проблема управления аэрологическими процессами на выемочном участке с целью увеличения нагрузки на очистной забой и нормализации климатических условий.

Увеличение глубины разработки и интенсификация добычных работ на крупнейших шахтах Кузбасса обострили проблему обеспечения безопасности и показали настоятельную необходимость разработки новых, научно обоснованных принципов подхода к организации дегазационных работ на угольных шахтах и совершенствования технологических схем.

Дегазация угольных пластов и вмещающих пород, обеспечивающая безопасные условия ведения горных работ, является неотъемлемой частью технологического процесса добычи газоносных углей. Она применяется на большинстве шахт, разрабатывающих высокогазоносные угольные пласты. Известно, что при работе лавы газ выделяется из разрабатываемого угольного пласта, из пород кровли и почвы, а также поступает в горные выработки из выработанного пространства шахты. Существующие способы дегазации базируются на бурении скважин с поверхности земли, по угольному пласту, в породы кровли и почвы, а также на использовании газопроводящих перфорированных труб в выработанном пространстве с последующим подключением их к вакуумным насосам для откачки метана.

Проблема решения вопросов дегазации углепородного массива имеет два направления: обеспечение безопасности ведения горных работ на газонасыщенных угольных пластах; добыча метана как углеводородного сырья.

Существующие методы дегазации не учитывают характер протекающих в углепородном массиве геомеханических процессов

и реакцию на них различных по литологическому составу слоев пород. Отсутствуют методики определения пространственных и временных параметров источников газовыделения в горные выработки, что препятствует правильной организации работ по дегазации, целевому заложению дегазационных скважин на конкретные источники газовыделения, последовательности проведения буровых и дегазационных работ. Не рассматриваются вопросы интенсификации передовой дегазации угольных пластов путем искусственного возбуждения в них геодинамических процессов, способствующих увеличению газоотдачи.

Результаты изучения геомеханических процессов, протекающих в шахтах при ведении очистных и подготовительных работ, показывают возможность использования их для определения параметров формирующихся зон дренирования газа в породах кровли и почвы разрабатываемого угольного пласта, оценки ресурсов газа в этих зонах, выбора методов и средств извлечения метана из этих зон. Принципиально важен вопрос не о дегазации пород кровли или почвы вообще, а о дегазации конкретных геодинамических зон, формирующихся над и под разрабатываемым угольным пластом.

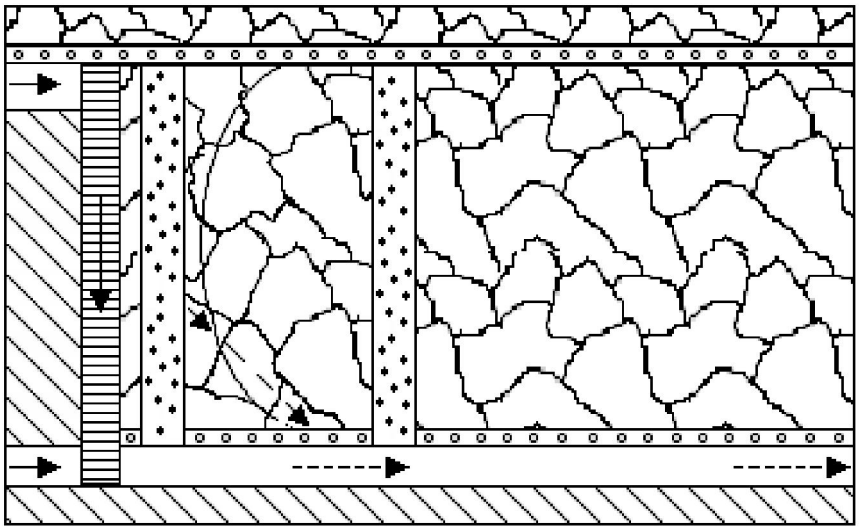
Роль разрабатываемого пласта в общем газовом балансе участка существенно выше, чем это признается большинством исследователей. Значительная часть пластового газа проникает в атмосферу выработок не через поверхность очистного забоя, а через трещины в боковых породах.

Впереди забоя лавы движется зона опорного давления. В этой зоне возникают многочисленные трещины, которые постепенно достигают пласта, что приводит к повышению концентрации метана в трещинах окружающих пород, однако заметные потоки газа в трещинах еще отсутствуют. С уменьшением опорного давления на породы и пласт в трещинах появляется вода, которая попадает из угля, вызывая его осушение. При снижении горного давления ниже уровня геостатического из пласта в трещины пород активно выделяется метан.

Интенсивность газовыделения зависит от длины лавы, при увеличении которой пропорционально увеличивается газовыделение из разрабатываемого пласта, а также из пластов-спутников и вмещающих пород. Кроме того, на газообильность влияет скорость подвигания лавы, которая требует дальнейшего изучения.

За последние 15-20 лет в нашей стране и за рубежом проблема борьбы с газом, выделяющимся на добычных участках, весьма затруднительна. Это связано с тремя основными причинами: углубление горных работ сопровождается ростом газоносности угля и пород; увеличение нагрузки на лаву ведет к росту общего газовыделения на участке; усложнение проветривания шахт вследствие повышения депрессии и утечек связано с ростом отработанных площадей. Кроме того, современные очистные комплексы оставляют меньше площади свободного сечения лавы для прохода воздуха по сравнению с индивидуальным креплением. Это означает резкое увеличение скорости воздуха, которая по ПБ ограничена на уровне 4,0 м/с. Учитывая структуру газового баланса участка, в котором ведущее место большинством исследователей отводится спутникам и боковым породам, предложены специальные системы разработки и схемы проветривания, где разбавление метана осуществляется раздельно, по источникам выделения. Такие схемы позволяют значительно увеличить нагрузку на забой по сравнению с обычной возвратно-точной схемой (*U*-образной схемой). *W*-*Y*-образные схемы предполагают подачу свежего воздуха к лаве по двум выработкам, а отвод – по двум или одной при пропуске через лаву только части общего по участку расхода воздуха. В условиях Караганды, Печорского и Кузнецкого бассейнов эти схемы исследованы достаточно подробно. В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- целесообразно применение нисходящего проветривания при *Y*-образных схемах в бремсберговых полях и восходящее проветривание в уклонных;



Прямоточная схема проветривания с подсвежением исходящей струи и изоляцией выработанного пространства стабильной пеной

• наблюдалось превышение в 1,3-2,5 раза общей газообильности участка при прямоточном проветривания (*Y*-образная схема) аналогичной величины при *U*-образном проветривании;

• недопустимо высокие утечки воздуха через выработанное пространство при прямоточных схемах, что приводит к повышению (до 2 % и более) концентрации метана в конце лавы. Это ставит под сомнение целесообразность применения схемы проветривания с обособленным разбавлением вредностей (СПОРВ) и схем с *W*- и *Y*-образным проветриванием, так как последние, решая проблему высокой концентрации метана в газоотводящих выработках, усугубляют ее в наиболее ответственных пунктах: в концевых участках лавы, где больше всего людей и вероятности открытого пламени, искры и т.д.

Как показала практика, при ведении очистных работ не исключена вероятность локального бурного газовыделения в районе работы исполнительного органа комбайна, поэтому к данному району лавы должно подаваться максимально возможное количество воздуха. В условиях прямоточного проветривания такое требование трудновыполнимо из-за больших утечек воздуха через выработанное пространство лавы. Кроме того, большие утечки воздуха при прямоточных схемах проветривания создают проблемы с выносом метана из лавы в газоотводящую выработку при нисходящем проветривании лав, так как вынос требует хорошего перемешивания газа и воздуха. Для хорошего перемешивания и для выноса метана необходима достаточно высокая скорость воздуха, которая должна превышать 1,1-1,2 м/с.

Результаты исследований влияния схем проветривания и систем разработки на общую газообильность участка, полученные в условиях Кузбасса, свидетельствуют о целесообразности бесцеликовой выемки этажей (ярусов). Как установлено, выемка пластов без оставления межэтажных целиков способствует снижению газовыделения из вышележащих спутников и пород кровли.

В связи с этим предлагается совершенствование технологических схем и схем проветривания, позволяющие исключить или уменьшить влияние этих недостатков. Так, при прямоточной схеме проветривания с подсвежением исходящей струи* предлагается в выработанное пространство за механизированную крепь периодически подавать стабильную пену с периодичностью, кратной шагу обрушения основной кровли (см. рисунок).

* Патент № 2203425 РФ. Способ предотвращения взрывов газа в выработанном пространстве очистных забоев угольных шахт / Ю.В.Шувалов, А.В.Монтиков, И.А.Павлов. 2003. БИ № 12.

Это позволит управлять утечками воздуха в выработанном пространстве путем смещения их к призабойному пространству за пределы зоны высоких концентраций метана и снижения его содержания в утечках, поступающих в воздухоотводящую выработку. Кроме того, для охраны конвейерного штрека предлагается возведение охранной литой полосы. Полоса должна возводиться с технологическим минимальным отставанием от очистного забоя и практически сразу же оказывать нарастающий отпор интенсивно оседающим породам кровли в районе сопряжения лавы со штреком.

Когда со временем полоса будет способна максимально сопротивляться оседающей кровле, она должна выполнять роль «режущей» крепи, способствующей разлому и обрушению зависающих породных консолей вдоль поддерживаемого штрека.

Для этих условий наиболее приемлемы литые полосы с заданными характеристиками твердеющих материалов. Возведение их вдоль конвейерного штрека способствует также уменьшению утечек воздуха через выработанное пространство.

Эффективное поддержание выработок искусственными опорами, возводимыми на сопряжении выработки с лавой, существенно зависит от состава и физико-механических характеристик материала.

В качестве искусственного материала для возведения опор могут быть применены бетоны, в которых наполнителем служит рядовая порода от проходки выработок. Физико-механические свойства такого рода материала (прочность, водостойкость, воздухонепроницаемость и т.д.) существенно определяются составом и свойствами скрепляющего материала (вяжущего).

Технология возведения полос предусматривает установку опалубки и нагнетание в нее быстротвердеющего материала.

Рассмотрим технологию возведения литой полосы из цементно-минерального связующего материала «Текбленд», производимого компанией ООО «Фосрок-Поланд».

Для устройства литой охранной полосы шириной 1 м используется порошкообразная цементно-строительная смесь и материал литой полосы, аналогичный мелкозернистому бетону, который быстро затвердевает: уже через 2 ч его прочность на одноосное сжатие достигает 1 МПа. Предельная (6 МПа), более высокая прочность состава достигается при уменьшении количества подаваемой воды.

Цементно-минеральные материалы в порошкообразном виде и продукция, полученная из них, нетоксичны и неагрессивны. Для их изготовления в шахте используется обычная вода из противопожарно-оросительного трубопровода.

Высокопроизводительный быстросхватывающийся цементно-минеральный связующий материал «Текбленд» готовится путем смешивания с водой и подается в зону заполнения насосным агрегатом при пропорции В : П = 2 : 1. Через 2 ч с момента смешения прочность материала «Текбленд» на сжатие превышает 1 МПа, предельная прочность не менее 6 МПа. Снижение соотношения (В : П = 1 : 1) обеспечивает получение материала значительно большей прочности, достигающей через 28 дней 20 МПа, что отражается на скорости подачи смеси.

Таким образом, возведение литой полосы целесообразно сооружать вслед за лавой, когда кровля пласта еще не нарушена, что способствует максимальной работоспособности данной технологии. Материал устойчив к воздействию агрессивных факторов, не вымывается водой, неагрессивен и нетоксичен.