

А.Ф. Булат
(ИГТМ НАН Украины),
Е.Л. Звягильский
(АП шахта им. А.Ф. Засядько)

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РЕАЛИЗАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИИ ДЕГАЗАЦИИ УГЛЕПОРОДНОГО
МАССИВА - «ГАЗОВОГО ГОРИЗОНТА»**

Розглянуто проблеми комплексної дегазації гірського масиву. Дано науково-методичне обґрунтування нової технології дегазації вугільно-породного масиву, що передбачає поділ у часі й у просторі процесів видобутку вугілля і витягу метану. Показано ефективність застосування нової технології дегазації на шахті ім. О.Ф. Засядька.

**SCIENTIFIC-METHODICAL BASES AND REALIZATION OF COAL-
ROCK MASSIF DEGASSING TECHNOLOGY - «OF GAS HORIZON»**

The problems complex degassing of a mining massif are considered. The scientific - methodical substantiation of new technology of coal-rock massif degassing providing division in time and in space of processes of coal production and methane extraction is given. The efficiency of application of new degassing technology on mine by A.F. Zaszadko is shown.

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 подразделяются на два основных типа: поверхностная и подземная дегазация.

Поверхностная дегазация базируется на бурении скважин с поверхности земли, через которые метан выходит под давлением либо в атмосферу, либо в газопровод для дальнейшей утилизации. Радиус дегазирующего влияния скважины пробуренной с поверхности земли составляет 150 - 200 метров. Однако, нередко, из-за некачественной герметизации скважины в процессе строительства, в нее поступает вода из вышележащих водоносных горизонтов, создавая противодействие газу, выделяющемуся из разгруженного от горного давления массива, и препятствуя выходу газа из скважины. В таких случаях газу легче «пробиться» в лаву, чем преодолеть давление столба воды в скважине, что отрицательно влияет на газовую обстановку в лаве [1]. Кроме того, бурение скважин с поверхности земли не всегда возможно из-за неблагоприятных условий занятости территории зданиями, сооружениями, железнодорожными путями, автотранспортными магистралями, водоемами, линиями электропередач, терриконами и другими объектами, препятствующими размещению бурового оборудования на поверхности.

Подземная дегазация основывается на бурении скважин из подземных горных выработок по угольному пласту, породам кровли и почвы. Скважины сое-

диняются системой подземных и наземных газопроводов с вакуумными насосами, откачивающими метан. Это основной способ применяемый в мировой практике. В последние годы в отечественной практике, в связи с увеличением метанообильности горных выработок на больших глубинах, дополнительно к основному способу используют, также, способ так называемого «газоотсоса», основанный на подключении газопроводящих труб, оставляемых в выработанном пространстве действующей лавы, к общешахтной дегазационной системе для откачки метана. Угли и породы Донбасса, несмотря на высокую газоносность, являются практически газонепроницаемыми, что препятствует предварительной дегазации горного массива до начала ведения очистных работ. Когда угленосный массив подрабатывается и надрабатывается лавой, он разгружается от горного давления, разуплотняется, деформируется, происходит образование техногенных трещин, увеличивается газопроницаемость и, как следствие, интенсивное высвобождение газа. Бурение скважин для дегазации угленосного массива действующей лавы производится, как правило, из вентиляционного штрека, реже, конвейерного. Газ начинает выделяться в скважину при приближении к ней зоны интенсивного трещинообразования и газовыделения, которая формируется вслед за забоем лавы. В связи с тем, что скважины бурятся из штреков примыкающих к лаве, процесс трещинообразования как-бы «накачивается» на скважину. На первой стадии, когда этот процесс затрагивает породы призабойной части скважины, метан из пород и угольных пропластков по трещинам попадает в скважину и соединенный с её устьем дегазационный трубопровод, по которому отводится из шахты. Дегазация массива улучшается. На второй - когда трещинами нарушается целостность приустьевой части ствола скважины, которая расположена в зоне сопряжения лава-штрек, в скважину, а затем и в дегазационный трубопровод, через эти трещины затягивается шахтный воздух, способствуя разубоживанию метана до взрывоопасных концентраций. Чтобы не допустить подобных ситуаций, при снижении концентрации метана в скважине до 20-30 %, ее отключают от дегазационного трубопровода. Кроме этого, деформации и разрушения, которые претерпевает приустьевая часть ствола скважины попадая в зону активных сдвижений пород, приводят к неконтролируемому поступлению метана из скважины в горные выработки. Основная причина кратковременности работы дегазационной скважины – расположение её устья в деформируемой зоне, на сопряжении лава-штрек. Срок работы дегазационной скважины существенно зависит от темпов продвижения очистного забоя лавы и не превышает 8-10 дней, после чего скважина отключается от дегазационного трубопровода по вышеперечисленным причинам. Все это приводит к тому, что значительное количество метана, остающееся в угленосном массиве, медленно мигрирует в выработанное пространство и горные выработки шахты, создавая опасность загазованности, возникновения пожаров и взрывов.

Увеличение глубины разработки и интенсификация добычных работ на крупнейших шахтах Донбасса обострили проблему обеспечения безопасности и показали настоящую необходимость разработки новых, научно-

обоснованных принципов подхода к организации дегазационных работ на угольных шахтах

Проблема решения вопросов дегазации углепородного массива имеет три аспекта. Первый и самый главный – обеспечение безопасности ведения горных работ. Второй – добыча метана как углеводородного сырья. Третий – снижение выбросов метана в атмосферу и улучшение экологической обстановки.

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 в комплексе вопросы дегазации и утилизации метана.

Шахты Донбасса характеризуются значительными поступлениями метана в горные выработки не только из отрабатываемых угольных пластов, но и из пород кровли и почвы, что не позволяет напрямую заимствовать опыт организации дегазационных работ, накопленный в передовых странах мира – США, Германии, Англии, где основными источниками газовыделения в шахты являются угольные пласты и пропластки (спутники).

В США, для предварительной дегазации угольных пластов широко применяют метод гидроразрыва, который проводят через скважины пробуренные с поверхности. Метод этот дорогостоящий, требует специального оборудования. Попытка его применения в Германии не дала положительных результатов. В Украине начаты работы по испытаниям этого метода, однако результаты, позволившие бы судить о его эффективности, пока не получены.

В Германии был разработан и испытан метод дегазации, получивший название «метод Хиршбаха», основанный на проведении газосборной выработки над разрабатываемым угольным пластом. Сущность его заключается в том, что выработка проводится в непосредственной близости от кровли пласта, параллельно штрекам, над средней частью лавы. Она изолируется и в неё вводятся газоотводящие трубы. В процессе отработки лавы выработка используется как газонакопительная, она не поддерживается, деформируется, в неё по трещинам поступает газ, который откачивается через оставленные трубы в дегазационную сеть шахты. Поскольку процесс дегазации в этом случае был неуправляем, не контролируем и к тому же дорогостоящим, от применения метода Хиршбаха в Германии отказались.

Идея разрабатываемой технологии «газового горизонта» защищена патентами [2, 3] и заключается в дополнительном сооружении и использовании поддерживаемой горной выработки, которая служит не как газонакопительная, а как функционирующий дегазационный и газодобычный участок – «газовый горизонт». Место проведения выработок «газового горизонта» выбирается с учетом положения зон сдвижения, формирующихся при отработки лавы, чтобы

выработка была устойчивой и из неё можно было пробурить дегазационные скважины на подрабатываемый горный массив.

Результаты изучения геомеханических процессов, протекающих в горном массиве шахты при ведении очистных и подготовительных работ, полученные ИГТМ НАН Украины [2, 3, 4, 5, 6, 7], показывают возможность использования их для определения оптимальных мест проведения выработок «газового горизонта», 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 важным является вопрос не о дегазации пород кровли или почвы вообще, а о дегазации конкретных геодинамических зон, формирующихся над и под разрабатываемым угольным пластом.

Метан, поступающий в горные выработки шахты, можно условно разделить на две составляющие: «быстрый газ» – поступающий в очистной забой из разрабатываемого угольного пласта и из пород непосредственной и основной кровли; «медленный газ» – поступающий в горные выработки через выработанное пространство из пород почвы и пород, залегающих над основной кровлей.

В настоящее время «быстрый газ» отбирается дегазационными скважинами, пробуренными по угольному пласту, породам кровли и почвы из подземных горных выработок. Однако, по причинам указанным выше, значительное количество метана остается в шахте. Для отбора «медленного газа» необходимо бурение вертикальных скважин с поверхности, или длинных скважин из подземных горных выработок, что, во-первых, требует значительных финансовых затрат, во-вторых, не всегда возможно осуществить и в-третьих, эффективно лишь для ограниченных участков лавы. По этим причинам значительная часть «медленного газа» также остается в шахте.

Не менее важными являются организационно-технологические вопросы дегазации. В настоящее время при проведении работ по дегазации и добыче угля используются одни и те же горные выработки, что создаёт неудобства и отрицательно влияет на качество выполняемых работ.

Концепция разрабатываемой технологии дегазации основывается на следующих принципах:

- технология дегазации углепородного массива является комплексной, подземной и включает предварительную, текущую и постэксплуатационную дегазацию;

- метан рассматривается как ценный энергоноситель, а его извлечение обеспечивает безопасные условия работы шахты по газовому фактору и удовлетворяет требуемым качествам газа, пригодного для дальнейшей утилизации;

- процессы добычи угля и извлечения метана разделяются в подземном пространстве шахты, для чего сооружаются горные выработки «газового горизонта», из которых осуществляется бурение дегазационных скважин, сбор газа в коллектор и его транспортировка для дальнейшей утилизации.

Рассматривая углепородный массив, в котором проводятся горные работы, как сложную систему, формирующуюся под действием геологических, геомеханических и геодинамических процессов, задачи по его дегазации решаются с учетом влияния их на напряженно-деформированное состояние среды, в которой проводятся выработки «газового горизонта», на условия формирования природных и техногенных скоплений метана, на газодинамические характеристики работы дегазационных скважин.

Объектом предварительной дегазации являются породы-коллекторы, расположенные в непосредственной близости от рабочего угольного пласта, которые в благоприятных геологических условиях способны без дополнительного воздействия отдавать метан. К таким объектам могут быть отнесены песчаники, залегающие над рабочими угольными пластами в зонах развития локальных антиклинальных складок, что обусловило развитие в них трещиноватости и, как следствие, хорошую проницаемость. С позиций оценки ресурсов извлекаемого дегазацией метана важное значение имеют параметры газоемкостных свойств песчаников, которые определяются с учетом положения палеопотоков [6]. Как показали проведенные в ИГТМ исследования [7], эффективность проницаемости массива зависит также от ориентировки скважины относительно направлений главных составляющих поля напряжений и ее учет необходим при выборе параметров заложения скважин.

Предварительная дегазация осуществляется скважинами, пробуренными из подземных выработок «газового горизонта» на природные зоны скопления метана.

Объектом текущей дегазации при реализации технологии «газового горизонта» являются породы и угольные пропластки, залегающие в кровле отрабатываемого и отработанного ранее угольного пласта, так как основной объем газа выделяется в рабочее пространство лавы и действующего участка из пород кровли и пород примыкающего к лаве выработанного пространства ранее отработанного пласта. Подземные скважины текущей дегазации бурятся именно на эти объекты. Эффективность текущей дегазации может быть увеличена за счет рационального расположения дегазационных скважин с учетом геологических особенностей и напряженно-деформированного состояния горного массива.

Постэксплуатационная дегазация осуществляется из выработок «газового горизонта» путём бурения скважин на разуплотненный подработанный горный массив. Целевыми объектами являются песчаники и угольные пласты-спутники, положение которых рассчитывается для конкретных условий. Технология бурения и вскрытия этих объектов подземными скважинами определяется исходя из геологических, геомеханических и геодинамических условий.

Реализация технологии дегазации углепородного массива, основанной на использовании «газового горизонта» позволит повысить безопасность работы угольных шахт, снизить метанообильность лав, определять рациональные места и параметры заложения дегазационных скважин, организовать устойчивую и эффективную работу дегазационной сети шахты, более точно прогнозировать объемы извлекаемого метана, повысить процентное содержание метана в мета-

новоздушной смеси дегазационных трубопроводов, выдавать на поверхность метан пригодный для утилизации.

Важным звеном в этой работе является опыт эксплуатации экспериментальных горных выработок «газового горизонта» на шахте им. А.Ф. Засядько, где применены все вышеперечисленные подходы к дегазационным работам.

Горные выработки экспериментального участка, на котором выполнялись работы по использованию технологии «газового горизонта», проводились с целью повышения безопасности и улучшения эффективности работ по дегазации 16 западной лавы пласта m_3 на глубине 1270 м.

Проведение выработок «газового горизонта» начато в июне 2003 г., окончено в марте 2004 г. Пройдено 835 п.м. горных выработок, из них 425 п.м. вентиляционного ходка и 410 п.м. вентиляционного штрека «газового горизонта». Из выработок «газового горизонта» пробурено 49 дегазационных скважин, из них из вентиляционного ходка «газового горизонта» - 6 скважин, из вентиляционного штрека «газового горизонта» - 43 скважины. До подхода лавы к выработкам «газового горизонта», с 15.01. по 30.04.2004 г., за счет предварительной дегазации зон, выделенных ИГТМ, извлечено 1,3 млн. m^3 метана. На 1.09.2004 г. скважинами «газового горизонта» извлечено более 6,0 млн. m^3 метана, из них 2,0 млн. m^3 метана за счет предварительной дегазации. Средняя производительность всех скважин «газового горизонта» составляет 21,5 m^3 /мин. (в пересчете на 100% метан). При среднесуточной нагрузке 16 западной лавы пласта m_3 за февраль – апрель 2004 г. – 3326 т., относительная метанообильность в исходящей струе воздуха из лавы составляла 4,97 m^3 /тонну. Для сравнения, относительная метанообильность в исходящей струе воздуха 15 западной лавы пласта m_3 , отработанной без технологии «газового горизонта», при средней нагрузке на лаву за трехмесячный период – 2752 т/сутки, составляла 6,54 m^3 /тонну. Эффективность использования технологии «газового горизонта» для снижения метанообильности лавы составляет 58,9 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокий Б.В., Ирисов С.Г., Попяков И.В. Влияние параметров и способов дегазации на газообильность выработок. Уголь Украины, №11, 2003.- С. 48-50.
2. Спосіб дегазациі вуглепородного масиву. Деклараційний патент на винахід. № 53258 А. 15.01.2003р. Бюл. №1. Авт. А.Ф. Булат, Ю.Л. Звягільський, В.В. Лукинов, та ін.
3. Спосіб дегазациі вуглепородного масиву. Деклараційний патент на винахід. № 53259 А. 15.01.2003р. Бюл. №1. Авт. А.Ф. Булат, Ю.Л. Звягільський, В.В. Лукинов, та ін.
4. Булат А.Ф., Камышан В.В. О перспективах развития в Украине отрасли по извлечению метана угольных месторождений. Межвед. сборник «Геотехническая механика», Вып. 32., Днепропетровск, 2002.- С. 3-9.
5. Лукинов В.В., Фичёв В.В., Клец А.П. Принципы оценки ресурсов извлекаемого метана из подработанной углепородной толщи. Межвед. сборник «Геотехническая механика», Вып. 32., Днепропетровск, 2002.-С. 30-40.
6. А.Ф. Булат, Е.Л. Звягильский, В.В. Лукинов, и др. Дегазация углепородного массива на шахте им. А.Ф. Засядько скважинами пробуренными с поверхности. Межвед. сборник «Геотехническая механика», Вып. 37., Днепропетровск, 2002.-С. 49-57.
7. Кулинич В.С., Перепелица В.Г., Курносое С.А., и др.. Газовая проницаемость горных пород в разнокомпонентном поле напряжений. Межвед. сборник «Геотехническая механика», Вып. 42., Днепропетровск, 2003.- С. 18-24.