

Б.В. Бокий, Д.П. Гуня
(АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»);
А.П. Клец, А.А. Тихонов
(ИГТМ НАН Украины)

ОПЕРЕЖАЮЩАЯ ДЕГАЗАЦИЯ ПОРОД КРОВЛИ ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ЛАВ

Викладено результати аналітичних та експериментальних досліджень дегазації порід покрівлі свердловинами, пробуреними в зону найбільшого прогину порід, в якій накопичується техногенний метан. Обґрунтовано можливість проведення випереджаючої дегазації порід покрівлі та визначені основні параметри цього способу.

OUTSTRIPPING DEGASSING OF A ROOF ROCKS OF STRONGLY LOADED LONGWALL FACES

Results analytical and experimental researches of degassing of a roof rocks by chinks, which drilling in a zone of the greatest deflection of rocks in which the stayed methane collects are stated. The opportunity of realization outstripping degassing of a roof rocks and certain key parameters of a way is proved.

Способы борьбы с вредными проявлениями шахтного метана основаны на трех основных видах дегазации: заблаговременной или предварительной дегазации, текущей дегазации и постэксплуатационной дегазации. Предварительная дегазация направлена на извлечение метана из нетронутого горными работами углепородного массива, имеющего высокие коллекторские и фильтрационные свойства. В США накоплен большой опыт результативной предварительной дегазации шахтных полей скважинами, пробуренными с поверхности с гидроразрывом массива. За рубежом также выполняются работы по дегазации массива длинными направленными скважинами, пробуренными из горных выработок. Причем, извлекается метан высокого качества, который потом утилизируется как ценный вид топлива. Однако, использование этого опыта у нас пока затруднено из-за низких фильтрационных показателей горных пород.

В природных условиях газоносные песчаники Донбасса имеют очень низкую проницаемость, а угольные пласты практически непроницаемы. Так, в границах горного отвода шахты им. А.Ф. Засядько абсолютная проницаемость песчаников Горловской свиты, расположенных выше обрабатываемого угольного пласта m_3 в зонах спокойного залегания составляет всего 0,01-0,04 мД. С учетом того, что при величине открытой пористости, равной 5-6,5 %, водонасыщенность пор находится в пределах 60-75 %, величина фазовой проницаемости метана будет еще на порядок ниже.

Руководством по дегазации угольных шахт Украины [1] основным дегазационным мероприятием предусматривается текущая дегазация, основанная на использовании геодинамических процессов, происходящих в углепородном массиве, подработанном горными выработками. При благоприятной горно-технологической обстановке предусматривается также постэксплуатационная дегазация выработанного пространства. И текущая и постэксплуатационная де-

газация выполняется путем бурения дегазационных скважин как подземных, так и поверхностных. Основными недостатками текущей подземной дегазации является большой объем бурения скважин из-за малого срока их службы и низкое качество извлекаемой смеси. Недостатками текущей дегазации скважинами, пробуренными с поверхности, является их высокая стоимость а иногда и невозможность бурения в нужном месте из-за высокой плотности застроенности поверхности. Постэксплуатационной дегазации присущи эти же недостатки.

В то же время результаты научных исследований и опыт работ на шахтах показывают, что мероприятия по дегазации углепородного массива должны осуществляться комплексно - включать способы предварительной, текущей, постэксплуатационной дегазации и их сочетания [2]. Для предварительной дегазации необходимо наличие зон скопления свободного метана, образованных природными факторами (купольные структуры или антиклинальные складки) или же техногенные скопления свободного метана, которые образовались в результате геомеханических процессов, происходящих в массиве при ведении горных работ.

В этой статье выполнен анализ геомеханических процессов, происходящих в массиве пород на сопряжении отработанных столбов с нетронутым массивом и приведены результаты экспериментов по опережающей дегазации.

Установлено, что основным источником дренажа метана в рабочее пространство лавы являются породы и угольные пласты, залегающие в кровле разрабатываемого пласта. Наибольший интерес представляет полоса газоносных пород, расположенная по всей длине сопряжения нетронутого массива дегазированной лавы с подработанным массивом отработанной смежной лавы. В этом сопряжении наиболее достоверной, на наш взгляд, является схема сдвижения горных пород, форма и характер которой проанализированы в работе [3].

На рис. 1 показан вертикальный разрез сопряжения пород отработанной 15 западной лавы и новой 16 западной лавы по пласту m_3 . Основным объектом дегазации является песчаник $m_4Sm_4^1$, полная мощность которого достигает 55 м, а плотность извлекаемых запасов свободного метана в районе добычного участка 16 лавы составляет 60-87 м³ метана на 1 м² площади. Анализ характера и схемы сдвижения пород кровли после прохода лавы (рис. 1) по работе [3] показывает, что в этом песчанике в результате геомеханических процессов образуется зона наибольших деформаций растяжения, которая расположена в полосе сопряжения подработанного и нетронутого массива на участке пониженных напряжений, ограниченном зоной активных сдвижений пород со стороны подработанного массива и зоной опорного давления - со стороны нетронутого массива.

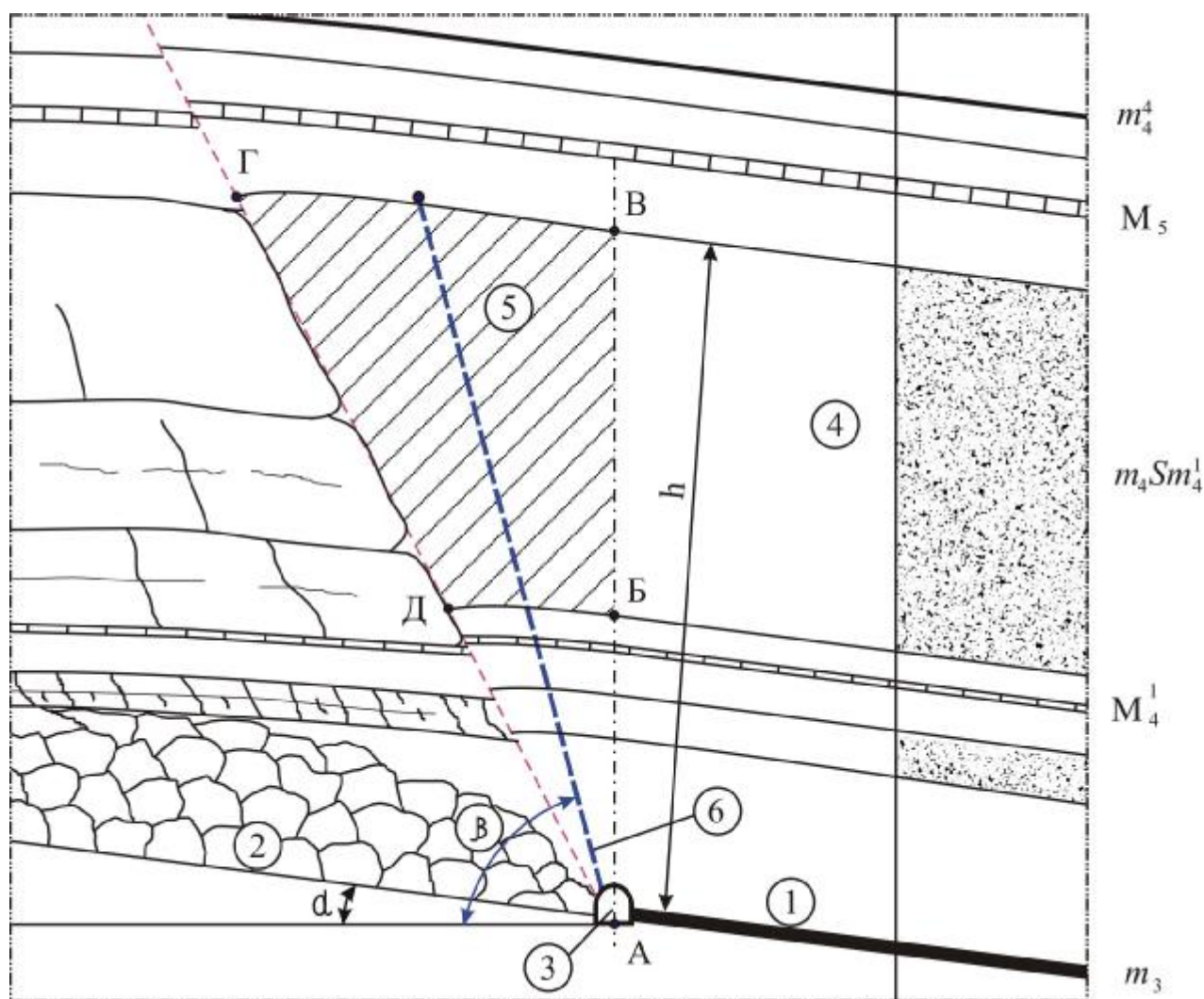
На протяжении этой полосы образуется защемленная в зоне опорного давления консоль песчаника (сечение БВГД на рис. 1), в которой геомеханические процессы расслоения сразу после подработки и, затем, - уплотнения – во времени происходят медленнее, чем в других местах. Поэтому в этой полосе трещиноватость и проницаемость пород намного выше, а давление газа ниже, чем в нетронутом массиве и сюда дренирует метан из нетронутого массива.

Ширина полосы (см. рис. 1) определяется из выражения

$$BG = h(0,7 - tg\alpha), \text{ м}$$

где h – расстояние по нормали от кровли пласта до кровли дегазируемого объекта, м; α – угол падения горных пород, град. Для условий пологих и наклонных углов падения горных пород $\alpha = 0-35^\circ$.

Таким образом, рассматриваемая полоса песчаника на протяжении всего выемочного столба является сборным коллектором свободного метана. Расположение дегазационных скважин в таких коллекторах позволяет извлекать метан высокой концентрации задолго до подхода очистных работ, то есть выполнять опережающую дегазацию.



- 1 – угольный пласт новой лавы; 2 – отработанное пространство смежной лавы;
 3 – подготовительная выработка; 4 – геологический объект дегазации;
 5 – сечение зоны наибольших деформаций; 6 – дегазационная скважина.

Рис. 1 – Схема сдвижения пород кровли на сопряжении отработанной и новой лав

На шахте им. А.Ф. Засядько выполнены два варианта экспериментальных работ по опережающей дегазации пород кровли 16 западной лавы пласта m_3 . В первом варианте – из людского ходка уклона № 7 в направлении пород кровли 16 западной лавы пробурено 6 дегазационных экспериментальных скважин, из которых две скважины: № 5Э и № 6Э перебурили песчаник $m_4Sm_4^1$ в рассматриваемой нами зоне. Во втором варианте – при внедрении технологии «газового горизонта», одним из элементов, которая является опережающая дегазация, были пробурены скважины № 41 и № 10 с параметрами, которые позволяют перебурить песчаник $m_4Sm_4^1$ в нужной нам зоне. Параметры скважин приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры скважин для опережающей дегазации на шахте им. А.Ф. Засядько

Скважина	Угол подъема к гориз., β , град	Угол разворота от оси штрека γ , град	Длина скв. l , м	Длина скв. в песчанике $m_4Sm_4^1$, $l_{песч.}$, М
5Э	35	32	165	67
6Э	35	55	168	73
№ 41	80	270	85	38
№ 10	27	345	125	43

Общим для этих скважин является то, что они пробурены в рассматриваемую нами полосу песчаника $m_4Sm_4^1$ и начали извлекать метан задолго до влияния очистных работ. Дебиты скважин различны. Так скважины 5Э и 6Э работали с высоким средним дебитом, равным соответственно 9,44 и 4,21 м³/мин и высокой концентрацией метана (средняя – 70 %), так как они расположены в зоне антиклинальной складки. Скважина № 10 проработала от момента её сооружения до момента изоляции «газового горизонта» со средним дебитом, равным 3,1 м³/мин. Скважина № 41 расположена в зоне спокойного залегания, дебит ее за первые три месяца (скважина продолжает работать) составил: 1 мес. – 3,51 м³/мин; 2 мес. – 2,12 м³/мин; 3 мес. – 1,7 м³/мин, а среднее содержание метана по месяцам было – 61,2; 55,8 и 45,2 %.

Таким образом, выполненные аналитические исследования и экспериментальные работы по опережающей дегазации пород кровли 16 западной лавы по пласту m_3 показали, во-первых – возможность опережающей дегазации, а, во-вторых – ее высокую эффективность по количеству и качеству извлеченного метана. По результатам исследований разработан новый способ опережающей дегазации пород кровли высоконагруженных лав, который включает в себя выбор основных геологических объектов дегазации, бурение в них дегазационных скважин, их обсадку, герметизацию, подключение к дегазационным трубопроводам и извлечение метана. Скважины бурятся в направлении пород кровли отработанной лавы, смежной с лавой, которая будет обрабатываться, перебуривая на полную мощность геологические объекты дегазации в полосе наибольшего

прогиба пород, ограниченной зоной активного сдвижения пород со стороны отработанного пространства и зоной опорного давления – со стороны нетронутого массива. Для выполнения этого условия с целью снижения затрат на бурение, угол разворота скважины от оси подготовительной выработки принимается равным 90° .

Угол подъема скважины к горизонту β выбирается из условия пересечения скважиной полосы наибольшего прогиба пород в ее срединной части в зоне наибольших деформаций и зависит от угла падения пород α и угла полных сдвижений пород кровли отработанной лавы ψ . Для условий Донбасса угол β определяется по формуле

$$\beta = \frac{145 + \alpha}{2} \pm 2, \text{ град.}$$

Допуск $\pm 2^\circ$ учитывает возможную ошибку при установке бурового станка.

Длина скважины l должна обеспечить пересечение геологического объекта дегазации на полную его мощность, определяется по формуле

$$l = \frac{1,05h}{\sin(\beta - \alpha)}, \text{ м.}$$

Коэффициент 1,05 увеличивает запас длины скважины на 5 % исключая ошибку при определении расстояния от кровли разрабатываемого пласта до кровли геологического объекта дегазации – h . Область применения способа – газоносные породы пологого и наклонного падения.

Испытания и оценка эффективности способа будут выполнены при проведении опережающей дегазации пород кровли пласта m_3 при отработке 17 восточной лавы. Для этого планируется пробурить 2-3 дегазационные скважины из вентиляционного штрека по параметрам, указанным в таблице, выполнить обсадку и герметизацию скважин, подключить их к дегазационному трубопроводу и вести наблюдения за газодинамическими показателями.

Таблица 2 – Параметры дегазационных скважин

Наименование	Параметры	Примечание
Угол разворота от оси вент. штрека в сторону 16 вост. лавы, град	90	
Угол подъема к горизонту, град.	76 ± 2	
Диаметр скважины, мм	132	
Длина скважины, м	100	Перебурить песч. $m_4 Sm_4^1$
Глубина герметизации, м	20	
Расстояние между скважинами, м	80	

Сооружение каждой скважины должно быть завершено не менее, чем за три месяца до подхода лавы. При положительных результатах экспериментальных работ бурение скважин необходимо продолжить по длине всего выемочного столба, а в дальнейшем выполнение мероприятий по опережающей дегазации можно начинать уже при проведении вентиляционных штреков.

Внедрение способа на шахтах обеспечивает выполнение опережающей дегазации пород кровли до начала ведения очистных работ и в процессе выемки угля, вне зоны влияния лавы, а также, за счет улучшения качества извлекаемой газовоздушной смеси – повышение объемов утилизируемого в энергогенерирующих устройствах метана. В итоге – повышается эффективность дегазационных мероприятий, как в аспекте безопасности, так и в аспекте извлечения метана, как ценного энергоносителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегазация угольных шахт Украины. Руководство. Первая редакция. – Киев, 2003. – 132 с.
2. Концепция комплексной дегазации углеродного массива для условий шахты им. А.Ф. Засядько /А.Ф.Булат //Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов /Ин-т геотехнической механики НАН Украины. – Днепропетровск, 2002. – Вып. 37. – С. 10-17.
3. Акимов А.Г., Земисев В.Н., Кацнельсон Н.Н. и др. Сдвигание горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений. – М.: Недра, 1970. – 224 с.