

УДК 622.267

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ГАЗА МЕТАНА В ПРИЗАБОЙНОЕ ПРОСТРАНСТВО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ

Чернокнижная И.Н. (КИИ ДонНТУ)
научный руководитель – Носач А.К.

В статье рассматриваются источники поступления газа метана в призабойное пространство очистного забоя, допустимые нагрузки на очистной забой по газовому фактору и способы снижения поступления газа метана в призабойное пространство очистного забоя с целью повышения нагрузки на очистной забой.

Ключевые слова: газ метан, источники выделения, снижение поступление газа метана, очистной забой, дегазация, вентиляция, нагрузка на очистной забой, схема вентиляции.

Поступления газа метана в призабойное пространство очистного забоя является важным вопросом на угольных шахтах. С одной стороны это связано с увеличением нагрузки на очистные забои, которая не всегда возможна в условиях газовых шахт без применения специальных мероприятий. Увеличение глубины разработки месторождений и связанное с этим резкое увеличение газовыделения ставят вопрос об обеспечении содержания метана в призабойном пространстве очистного забоя в пределах допустимых норм и рассматривают способы снижения поступления газа метана в призабойное пространство. Источники поступления газа метана в призабойное пространство очистного забоя: обнаженная поверхность разрабатываемого пласта, отбитый уголь в лаве и конвейерной выработки, уголь оставляемый в целиках и невынимаемых пачках, подработанные и надработанные сближенные пласты – спутники, вмещающие газоносные породы [1].



Рисунок 1 – Источники поступления газа метана в призабойное пространство очистного забоя

Указанные источники способствуют поступлению газа метана в призабойное пространство очистного забоя, что приводит к снижению производительности труда, недоиспользованию основных производственных фондов. Продолжают иметь место крупные взрывы метана, влекущие за собой тяжелейшие социальные и экономические последствия. В этих условиях особую значимость приобретает разработка обоснованных подходов к

решению проблем борьбы с газом на выемочных участках шахтных полей как средство повышения производительности труда и безопасности работ в угольных шахтах [2].

Максимальная допустимая нагрузка по газовому фактору нагрузки на очистной забой [3]:

$$A_l^c = \left(\frac{q_p A_p}{1440} \right)^{-1,67} \cdot \left(\frac{Q_p}{134} \right)^{1,93} \cdot A_p, \quad (1)$$

где q_p – значение относительной метанообильности, м³/т;

A_p – запланированная нагрузка на очистной забой, т/сут;

Q_p – расход воздуха, который можно использовать для разведения метана к допустимой концентрации, м³/мин.

Q_p и q_p определяется в зависимости схемы проветривания участка и направления исходящей струи воздуха.

Относительная метанообильность лавы и выемочного участка определяется согласно «Руководству» [4] или приблизительно (2), (3).

$$q_{оч} = (q'_{nl} + k q_{mp}) \cdot (1 - k_{д.нл}) + k_{в.н} \cdot q_{в.н} \cdot (1 - k_{д.в.н}) \quad (2)$$

где q'_{nl} – относительное выделение метана с разрабатываемого пласта в пределах очистного забоя, м³/т;

k – коэффициент, учитывающий возможность поступления в лаву метана из отбитого угля, транспортируемого участковой выработкой;

q_{mp} – относительное выделение метана с отбитого угля при его транспортировке по участковой выработки, м³/т;

$k_{д.нл}$ – коэффициент дегазации пласта;

$k_{в.н}$ – коэффициент, который учитывает выделение метана с выработанного пространства в призабойное пространство лавы;

$q_{в.н}$ – относительное газовыделение из смежных пластов, пропластков и вмещающих пород в выработанное пространство, м³/т;

$k_{д.в.н}$ – коэффициент дегазации источников выделения метана в выработанное пространство.

$$q_{уч} = q_{nl} (1 - k_{д.нл}) + q_{в.н} (1 - k_{д.в.н}) \quad (3)$$

где q_{nl} – относительное выделение метана с разрабатываемого пласта, м³/т;

$k_{д.нл}$ – коэффициент дегазации пласта;

$q_{в.н}$ – относительное газовыделение из смежных пластов, пропластков и вмещающих пород в выработанное пространство, м³/т;

$k_{д.в.н}$ – коэффициент дегазации источников выделения метана в выработанное пространство.

В случае, если при расчете максимально допустимой нагрузки на забой по газовому фактору будет получено, что $A_l^c \geq A_p$, то газовый фактор не ограничивает нагрузку на лаву, если $A_l^c < A_p$ – ограничивает. В остальных случаях для увеличения нагрузки до уровня A_p необходимо предусмотреть меры по предотвращению ограничений по газовому фактору. К ним относятся, увеличение площади поперечного сечения призабойного пространства, проведение эффективной дегазации пластов-спутников, выработанного пространства или самого разрабатываемого пласта, применяя систему разработки и системы проветривания типа 3-В или 2-В [3].

Прямоточная схема проветривания позволяет перераспределить метан, выделяющийся из выработанного пространства выемочного участка на исходящую участка, и таким образом уменьшить газовыделение в лаву, хотя абсолютная газообильность выемочных участков при

прямоточной схеме проветривания в 1,3 – 1,5 раза больше, чем при возвратноточной, за счет более интенсивного выноса метана из выработанного пространства [2].

Газовыделение из отбитого угля наблюдается в основном при его отделении от массива и погрузке. Вследствии того, что отбивается, как правило, уже значительно дегазированный уголь, его газоносность небольшая. Однако в условиях сплошной конвейерезации шахт следует ожидать увеличения газовыделения из отбитого угля на свежих струях из-за большого пути транспортирования [5].

$$q_{г.в.} = xk_{нл}[1 - 0,85\exp(-n)]bk_{мвуг} \quad (4)$$

где x – естественная метанообильность пласта, м³/т;

$k_{нл}$ – коэффициент, который учитывает влияние системы разработки на метановыделение из пласта;

n – показатель степени, зависящий от скорости подвигания очистного забоя, выхода летучих веществ из угля и глубины разработки;

b – коэффициент, который учитывает часть отбитого угля, который магазинируется в лаве до момента нагрузки на очистной забой, $b=0,5 - 0,8$;

$k_{мвуг}$ – коэффициент, который учитывает степень дегазации отбитого угля [6].

Существует устройство, позволяющее снизить метановыделение из отбитой горной массы в горную выработку – трубчатый ленточный конвейер (ТЛК). В ТЛК непрерывно подаваемый на плоскую часть ленты груз увлекается ею, и обжимается при сворачивании ленты в трубу. Находящийся внутри трубы транспортируемый груз имеет ограниченный контакт с окружающей атмосферой горной выработки, выделяющийся свободный метан преимущественно остается внутри этого изолированного пространства [7].

Разработан и хорошо апробирован в условиях шахт специальный режущий инструмент, резцы типа ЗРБ с рабочей (левой и правой) боковой гранью. Они улучшают (в среднем в 2 раза) сортовой состав добываемого угля. При этом в 2 раза уменьшается содержания штыба или угольных фракций размерами до 6 мм, а следовательно, существенно снижается газовыделение из раздробленной комбайном угольной массы [1].

При разработке каменного угля относительное метановыделение из пласта, который разрабатывается [6]:

$$q_{нл} = q_{о.н} + q_{г.в.} + k_{з.в.}(x - x_0) \quad (5)$$

где $k_{з.в.}$ – коэффициент, который учитывает эксплуатационные потери угля в пределах выемочного участка;

x – природная метанообильность пласта, м³/т;

x_0 – остаточная метанообильность угля, который остается в выработанном пространстве в целиках, пачках, которые не вынимаются, м³/т;

$q_{о.н.}$ – относительное метановыделение из очистного забоя при разработке каменного угля;

$q_{г.в.}$ – относительное метановыделение из отбитого угля в лаве, м³/т.

Для дегазации разрабатываемого пласта применяется гидровоздействие. Средняя эффективность предварительного нагнетания воды в угольные пласты как средства снижения газовыделения в атмосферу горных выработок. Сущность увлажнения заключается в насыщении порового пространства пласта водой за счет напорной фильтрации. Так же существует дегазация разрабатываемого пласта скважинами, пробуренными из выработок[2]

Для очистки шахт от метана в угольный пласт закачивают суспензию метанотрофов и затем туда же нагнетают воздух. Орошают суспензией и выработанные породы. Бактерии интенсивно потребляют метан и, как показали испытания, снижают его содержание в угольном пласте и в атмосфере шахты на 30-70% [5].

Метановыделение из сближенных угольных пластов (спутников), [6]:

$$q_{зп} = \sum q_{зп.ни} + \sum q_{зп.ни} \quad (6)$$

Дегазация сближенных пластов скважинами – один из первых способов, нашедших широкое применение на шахтах. Сущность его состоит в том, что из выработок разрабатываемого пласта (обычно из штреков) в направлении сближенных пластов бурятся скважины, через которые с помощью трубопровода и вакуум-насосов отсасывается метан.[5]

Дегазация сближенных пластов выработками заключается в проведении по лежащему выше пласту дренажных выработок до начала отработки соответствующего участка разрабатываемого пласта. Выработки соединяются гезенком с разрабатываемым пластом и закрываются перемычками, к которым подводится трубопровод, подсоединяемый к вакуум-насосу [5].

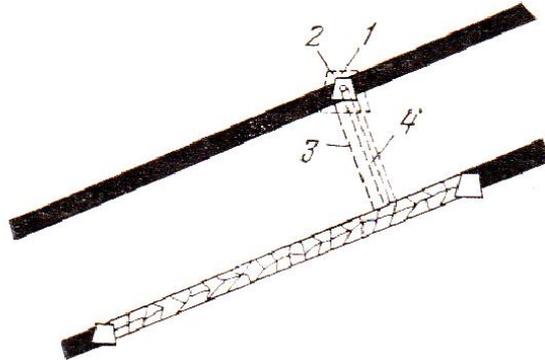


Рисунок 1 – Схема дегазации сближенного пласта выработками:
1 – дренажная выработка; 2 – перемычка; 3 – гезенк; 4 – трубопровод.

Относительное метановыделение как из подработанного $q_{зп.ни}$, так и с наработанного $q_{зп.ни}$ пласта [6]:

$$q_{зп.и} = 1,14v_{оч}^{-0,4} \frac{m_{снi}}{m_e} (x_{снi} - x_{ou}) \cdot \left(1 - \frac{M_{снi}}{M_p}\right) \quad (7)$$

где $m_{снi}$ – суммарная мощность угольных пачек отдельного (и-го) спутника, м;

$v_{оч}$ – скорость подвигания очистного забоя, м/сут;

$x_{снi}$ – природная метанообильность и-го спутника, м³/т;

x_{ou} – остаточная метанообильность угля и-го спутника, м³/т;

m_e – полезная мощность, которая вынимается, разрабатываемого пласта, м;

$M_{снi}$ – расстояние по нормали между кровлей разрабатываемого и почвой сближенного (при подработке) пластов и между почвой разрабатываемого и кровлей сближенного (при надработке) пластов, м;

M_e – расстояние по нормали между разрабатываемым и сближенным пластами, при котором метановыделение с последнего практически равно нулю, м.

Для дегазация надработываемых и подработываемых сближенных пластов осуществляется скважинами, пробуренными из выработок. Чтобы снизить уровень метана в подработанных и надработанных пластах целесообразно заблаговременное низконапорное увлажнение до полного водонасыщения, после которого будет исключено образование источника газовой опасности за счет блокирования сорбированного углем метана капиллярным давлением воды и пережатия фильтрующих трещин за счет набухания увлажненного угля [8].

Для отвода метана из выемочного участка применяют вентиляторы местного проветривания. ВМЦГ-7М предназначен для снижения газообильности выемочных участков

и устранения скоплений метана на сопряжениях очистных и вентиляционных выработок в угольных шахтах, опасных по газу и пыли, путем отсасывания метано-воздушных смесей из выработанных пространств и отвода их по жестким трубопроводам диаметром 500-1000мм длиной до 2000м. Может применяться при шурфовом проветривании, а также в качестве вентилятора местного проветривания для вентиляции тупиковых выработок большой протяженности. Может работать как на всасывание, так и на нагнетание, имея присоединенную вентиляционную сеть на входе и выходе. Отставание трубопровода от забоя не должно превышать 8 м.

Новые наиболее мощные газоотсасывающие установки типоразмерного ряда УВЦГ-10 позволяют отводить газозадушенные смеси по трубопроводам диаметром 1000 – 1200 мм на расстояние до 3000 м с производительностью у забоя 380 – 490 м³/мин [9].

Эффективность дегазации скважинами составляет 11 – 50%, при этом нагрузка на очистной забой по газовому фактору увеличивается на 25%. При столбовой системе разработки газовыделение снижается на 60 – 70%. При дегазации надрабатываемого выбросоопасного пласта газовыделение в рабочее пространство лавы сокращается на 30 – 50% [10].

Если дегазационные мероприятия не обеспечивают проектных показателей расхода и концентрации метана в дегазационной сети, то определяются места и причины подсосов воздуха в скважины и разрабатываются мероприятия по их достижению [11].

Таким образом, при отработке очистных забоев для снижения содержания газа метана в призабойное пространство очистного забоя с целью повышения нагрузки на очистной забой нашли распространения следующие способы: вентиляция очистного забоя, дегазация скважинами, дегазация гидровоздействием, устройства позволяющие снизить поступления метана, бактерии-метанотрофы.

Литература:

1. Зборщик М.П. Предотвращение притоков метана в призабойное пространство высоконагруженных лав. Уголь Украины, декабрь 2012.
2. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С. Извлечение метана из угольных пластов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002. – 383 с.
3. Дорохов Д.В., Сивохин В.И., Подтыкалов А.С. Технология подземной разработки пластовых полезных месторождений. Часть II. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – 265 с.
4. ДНАОП 1.1.30-6.09.93. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Киев: Основа, 1994. – 311 с.
5. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. – М.: Недра, 1987. – 421 с.
6. Гребенкин С.С., Бондаренко В.И., Демченко Ю.И. и др.; за общ. ред. Гребенкина С.С., Бондаренко В.И. Проектирование систем угольных шахт, разрабатывающие крутые и круто-наклонные пласты. – Донецк: ВИК, 2012. – 311 с.
7. Костенко В.К., Шевченко Е.В. Повышение производительности и безопасности очистных забоев управлением метановыделением из транспортированной горной массы. Электронный ресурс: <http://donetsk.ua/~masters/2012/igg/tatarenko/library/article9.pdf>
8. Костюк С.Г. Природа, механизм, прогноз и предотвращения опасности внезапных прорывов метана в лавы из надрабатываемых и подрабатываемых угольных пластов. Электронный ресурс: <http://tekhnosfera.com/>
9. Мизин В.А., Костенко В.А., Лелека В.В., Янжула А.С. Новые газоотсасывающие установки для высоконагруженных лав. Уголь Украины, март, 2011.
10. Гостехнадзор УССР. О состоянии дегазации угольных пластов. Уголь Украины, март 1990.
11. Руководство по дегазации угольных шахт. – Москва: Недра, 1990. – 185 с.