

УДК 622.817.4

*Минеев С.П. д.т.н., проф. каф. СГГМ, Лыжков М.В., студ. гр. ГБ-13-1м, Шевченко В.В., студ. гр. ГРб-10-1, Матвий С.П., студ. гр. ГРб-12-2, Государственный ВУЗ «НГУ», Днепрпетровск, Украина*

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ В ВЫРАБОТКИ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Повышение концентрации метана в исходящей струе воздуха приводят к значительному повышению опасности ведения горных работ, в частности взрывоопасности воздушной среды. Существенному повышению взрывоопасности способствует реализация различных газодинамических явлений, особенно таких как выбросы угля и газа, прорывы метана и суфлярные выделения в забой.

Общеизвестно, что метанообильность выемочного участка при ведении горных работ прогнозируется как суммарное ожидаемое газовыделение из отрабатываемого пласта, сближенных угольных пластов – спутников, вмещающих пород, а также из отбитых кусков угля, транспортируемых по участку и некоторых смежных зон исследуемого нами выработанного пространства [1-4].

К настоящему времени существует нормативная методика оценки метанообильности выемочного участка, по которой и определяется максимально допустимый уровень угледобычи из этого участка [2]. Так, расчет среднего ожидаемого метановыделения в проектируемые выемочные участки выполняются по формулам:

$$I_p = \frac{A_{оч} \cdot q_{уч}}{1440}, \quad (1)$$

где  $A_{оч}$  - суточная добыча из очистной выработки, т/сут;

$q_{уч}$  - относительная метанообильность выемочного участка, определяемая как:

$$q_{уч} = (q_{о.н} + q'_{о.у} + q''_{о.у}) \cdot (1 - k_{\delta.нл}) + k_{\epsilon.н} \cdot q'_{\epsilon.н},$$

где  $q_{о.н}$  - метановыделение из очистного забоя, м<sup>3</sup>/т;

$q'_{о.у}$  - метановыделение из отбитого угля в лаве, м<sup>3</sup>/т;

$q''_{о.у}$  - метановыделение из отбитого угля в откаточном штреке, м<sup>3</sup>/т;

$q'_{\epsilon.н}$  - метановыделение из выработанного пространства, м<sup>3</sup>/т;

$k_{\delta.нл}$  - коэффициент, учитывающий степень дегазации разрабатываемого пласта;

$k_{\epsilon.н}$  - коэффициент, учитывающий метановыделение из выработанного пространства в призабойное;

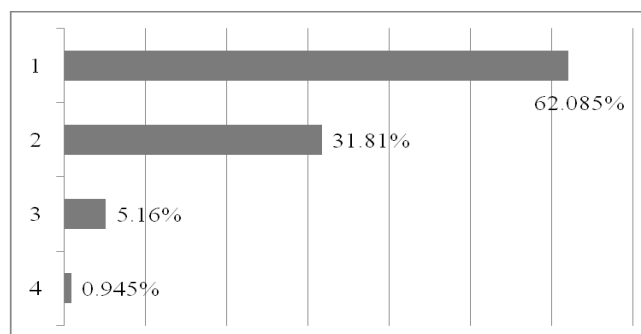
При этом очевидно, что для повышения уровня угледобычи участка необходимо либо уменьшение поступления метана в забой, либо полная или частичная локализация какие-либо из источников его поступления в забой. Причем, как считается, что на многих шахтах при выемке угля, особенно выбросоопас-

ность угольных пластов существенно ограничивает темпы добычи и является одной из главных причин их снижения. На самом деле, несмотря на вроде бы очевидность такого заключения оно не достаточно однозначно. Результаты исследований, выполненные рядом организаций показывают, что нередко за устойчивым мнением о влиянии выбросоопасности скрывается неспособность шахтой заблаговременно ликвидировать ряд узких мест, таких как подготовка очистного забоя, поддержание выработок на необходимом уровне, решение вопросов управления горным давлением, газовый фактор, применение региональных противовыбросных мероприятий и др.

Некоторые из этих мероприятий могли бы несколько снизить метановыделение в забой, в частности отработка обратным ходом, предварительное бурение дегазационных скважин, как из горных выработок, так и с поверхности и другие.

Кроме того, в последнее время, появилось много исследований показывающих, что практическое и расчетно-проектное газовыделение на выемочном участке не соответствует одно другому, что говорит о необходимости уточнения этих методик. Необходимо отметить, что даже при успешном выполнении мероприятий по снижению метановыделения в забой, темпы перемещения очистного забоя все равно будут ограничены, что в свою очередь толкает шахты на скрывание фактических темпов перемещения забоя и метановыделения в него. Так выполненный анализ газовых съемок МакНИИ показал, что в 48 случаях дебит метана из выработанных пространств действующих лав превышает 60%, а в 27 случаях 70% общего дебита на участке, в том числе из почвы выработок – менее 10%. Необходимо также отметить, что рост доли в общем метановыделении с глубиной возрастает. Так, например, на шахте им. А.Ф. Засядько на глубине 1250 м эта доля уже составляет 86% [6].

В результате проведенного моделирования поступления метана в выработки выемочного участка, доля метана из выработанного пространства оказалась наибольшей:



*Рис. 1. Источники метана на выемочном участке, в процентном соотношении: 1 – метановыделение из выработанного пространства; 2 – метановыделение из очистного забоя; 3 – метановыделение из отбитого угля в лаве; 4 – метановыделение из отбитого угля в откаточном штреке*

Учитывая изложенное, авторы проанализировали основные, влияющие факторы при работе выемочного участка по уровню максимально допустимой угледобычи из него. Анализ показал, что к примеру увеличение длины очистного забоя на опасных пластах не позволит значительно увеличить производительность угледобычи, а остаточная газоносность пласта является не главным фактором ограничения уровня угледобычи. Немаловажное значение на уровень максимальной угледобычи оказывает величина предельно допустимой концентрации метана в забое. Так, при ее увеличении с 0,5% до 1,5% максимально допустимая нагрузка может повыситься в 4-5 раз. Увеличение скорости воздуха в очистном пространстве в 1,5- 2 раза позволит увеличить максимально допустимый уровень угледобычи, не менее чем в 2-3 раза. Тем не менее, согласно Правил безопасности максимально допустимая скорость движения воздуха в забое ограничена 4 м/с, а ограничение содержания метана в исходящей струе из очистного забоя равна 1%. Это является одним из главных ограничений при добыче угля, т.е. уровень угледобычи определяется в основном пропускной способностью очистного забоя с учетом газообильности выемочного участка. Если пропускная способность зависит в основном от использованной технологии выемки и горно-шахтного оборудования, то газообильность забоя определяется природной газоносностью, параметрами дегазации и других мероприятий.

Поскольку при определенных условиях, как уже отмечалось, значительное влияние на метановыделение в забой, а соответственно и допустимые объемы добычи угля, оказывает способ управления кровлей. То интересно исследовать это влияние. Нами был выполнен численный расчет по оценке зависимости изменения максимально допустимой нагрузки на очистной забой от глубины разработки, при различном способе управления кровлей. Результаты этого расчета приведены на рис. 2.

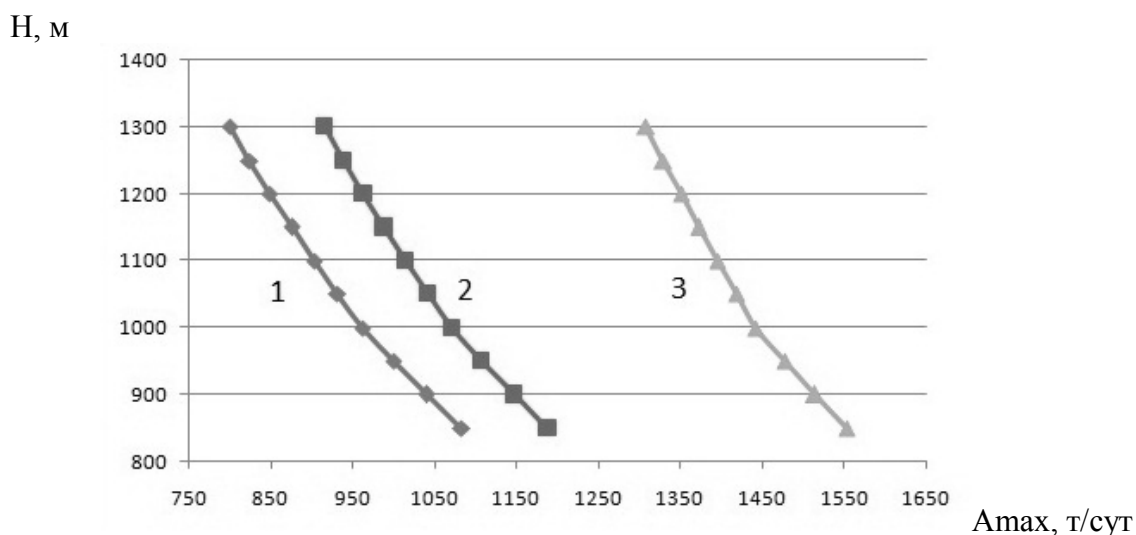


Рис. 2. Зависимость максимально допустимой нагрузки на очистной забой от глубины разработки, при различном способе управления кровлей: 1 – полное обрушение; 2 – частичная закладка (удержание на кострах); 3 – полная закладка

Существующая нормативная методика [2] расчета максимально допустимого уровня угледобычи не в полной мере объективна и не соответствует существующим требованиям выемки выбросоопасных угольных пластов современной высокопроизводительной техникой и, вполне понятно, требует определенной корректировки. Однако все предлагаемые решения требуют детальной проработки, корректировке нормативной методики и широкого промышленного опробования в установленном порядке.

Применение региональных противовыбросных мероприятий приводит к значительному изменению остаточной газоносности пласта, а ее уменьшение, например с  $10 \text{ м}^3/\text{т}$  до  $5 \text{ м}^3/\text{т}$  позволит увеличить допустимую нагрузку на выемочный участок 2.5-3 раза. В качестве предложения следует учитывать необходимость в каждом конкретном забое рассмотрение возможности дополнительного газоизвлечения из углепородного массива, причем осуществлять его по возможности минуя выемочное пространство, а также использование дополнительного воздухоподпитывания забоя с использованием известных технических решений.

В настоящее время предлагаются различные способы управления выделением и распространением метана [5,6]:

- выбор схем проветривания выемочных участков, обеспечивающих рациональное использование воздуха и исключающих возможность опасных скоплений метана;
- различные воздействия на источники метана для сокращения процессов десорбции и фильтрации газа;
- предварительная и текущая дегазация, обеспечивающая каптирование газа и вывод его из шахты;
- определение темпа добычи угля, при котором дебит выделяющегося метана не превышает допустимого по условиям вентиляции.

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что действующее в настоящее время «Руководство по ...» [2] не обеспечивает в полной мере объективного расчета допустимого уровня угледобычи и требует корректировки. В частности, необходимо также привести некоторые уточнения требований ПБ, которые могут увеличить допустимый уровень угледобычи без ущерба безопасности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минеев, С.П. Особенности оценки метановыделения в выработки выемочного участка / С.П. Минеев, М.В. Лыжков, В.В. Шевченко // Геотехническая механика. – Днепропетровск: 2013, №111.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: ДНАОТ 1.130-6.09.93. – Киев: Основа, 1994. -312 с.
3. Зборщик, М.П. Предотвращение притоков метана в призабойное пространство высоконагруженных лав // Уголь Украины, 2012, № 12.- С. 11-16.

4. Минеев, С.П. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах / С.П. Минеев, А.А. Рубинский, О.В. Витушко, А.Г. Радченко.- Донецк: Східний видавничий дім, 2010.- 604 с.

5. Брюханов, А.М. Условия формирования взрывоопасной среды после внезапного выброса угля и метана // А.М.Брюханов / Науковий вісник УкрНДІПБ, 2007, № 1 (15). –С. 23-27.

6. Звягильский, Е.Л. Управление метановыделением на выемочных участках угольных шахт /Е.Л. Звягильский, Б.В. Бокий, О.И. Касимов.- Донецк: Ноулидж, Донец. отд-ние, 2013. - 125 с.