

УДК 622.45.001.2

к.т.н. Денисенко В. П.,  
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКИ НА ЛАВУ ПО ГАЗОВОМУ ФАКТОРУ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ГАЗОВОГО БАРЬЕРА ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА

*Выполнен детальный анализ нормативной методики расчета максимально допустимой нагрузки на очистной забой по газовому (метановому) фактору на основе дифференцированной оценки степени влияния исходных параметров на уровень нагрузки. Предложен вариант усовершенствованной методики определения допустимой нагрузки по фактору проветривания. Обоснованы пути и средства решения проблемы по устранению ограничения нагрузки на лаву по газовому фактору.*

**Ключевые слова:** угольная шахта, газоносный пласт, метанообильность, газовый фактор, нагрузка, управление метановыделением.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Современные условия разработки газоносных угольных пластов и переход горных работ на более глубокие горизонты с одновременным применением высокопроизводительных очистных комплексов характеризуются напряженным газовым режимом горных выработок выемочных участков. Высокий уровень метанообильности и крайняя ее неравномерность являются основным фактором, ограничивающим нагрузку на очистной забой. Подавляющее большинство шахт Донбасса, Печорского, Карагандинского, Кузнецкого и других газоносных угольных бассейнов ближнего и дальнего зарубежья ведут разработку угольных пластов в условиях ограничения нагрузки на очистные забои по газовому фактору.

Показателем ограничения нагрузки является так называемая максимально допустимая величина нагрузки на очистной забой по газовому фактору ( $A_{max}$ , т/сут.). При достижении проектной нагрузкой этого уровня ( $A_p = A_{max}$ ) в исходящих струях горных выработок выемочного участка концентрация метана достигнет предельно допустимых значений согласно ПБ [1].

Расчет допустимой нагрузки на очистной забой производится исходя из условия разжижения метана по источникам выделения и обеспечения и обеспечения допустимых уровней концентраций по всей системе вы-

работок выемочного участка, что дает возможность предусматривать мероприятия по управлению метановыделением, выбирать рациональные схемы проветривания, транспортировки угля и эффективно использовать очистное оборудование [2]. В этой связи часто используют более точный термин «допустимая» нагрузка на очистной забой по фактору проветривания. Учитывая последнее, газовым барьером выемочного участка принято считать несоответствие между величиной газовой выделению и расходом свежего воздуха для проветривания, что приводит к газоопасности выработок.

Вместе с этим максимально допустимая нагрузка на очистной забой представляет собой комплексный показатель газобезопасности горных работ, который определяется итоговыми результатами всестороннего изучения газового фактора и отражает совокупный уровень решения ряда сопряженных проблем: прогнозирования и управления метановыделением; автоматического контроля параметров рудничной атмосферы и газовой защиты; надежности взрыво- и искрозащиты электрооборудования; совершенствования нормативной базы в части проветривания и дегазации.

По указанным проблемам выполнен достаточно большой объем научных исследований, в том числе фундаментальных и технических разработок, практические результаты которых вошли в соответствующие

нормативные документы и используются на практике [1, 2, 3].

Анализ последних достижений и публикаций показал, что в результате многолетних дискуссий по проблеме создания газобезопасных условий труда в шахтах сформировалось мнение о необходимости коренного пересмотра методических подходов к обоснованию оптимальных технологических параметров с учетом газового фактора и, как следствие, совершенствования нормативной базы в определении допустимых нагрузок на очистной забой [4, 5, 6].

В работе [4] решалась задача построения аналитической модели и методики расчета допустимой нагрузки на очистной забой за счет использования фундаментальных уравнений теории фильтрации газа в твердой среде, которые учитывали физические свойства угля и пород и их сорбционные характеристики, а также технологические параметры ведения очистных работ. В результате были получены уравнения для определения дебита метана в лаву из всех возможных источников в зависимости от скорости движения комбайна. В итоге методика оказалась непригодной для инженерных расчетов в связи с тем, что в аналитической модели был использован ряд упрощений, а также требовались результаты регулярных экспериментальных определений газового давления в пласте, что весьма проблематично [5].

В работе [6] по результатам не вполне корректного анализа нормативной методики определения допустимой нагрузки на лаву ( $A_{\max}$ ) авторы пришли к выводу, что использование последней приводит к значительному ограничению проектной нагрузки. Отмечено, что основной причиной тому является использование в расчетах завышенной интенсивности метановыделения, которая связана с получением недостоверных данных о природной газоносности угольных пластов. В качестве альтернативы предложено применение портативного прибора для регулярного определения газоносности и газового давления в пробах угля, отобранных из шпуров. В итоге решалась частная задача

повышения точности прогноза газопритока из пласта в призабойное пространство лавы.

Опыт применения методики расчета допустимой нагрузки на лаву на шахтах Донбасса, ведущих очистные работы в условиях ограничения нагрузки по газовому фактору, показал, что проблемным вопросом является прогноз метанопритоков из выработанных пространств и обеспечение допустимых концентраций метана в исходящих струях выемочных участков. Это связано с тем, что в газовом балансе выемочного участка доля (удельный вес) метановыделения из выработанного пространства составляет 70-75%.

**Цель исследований.** Установление потенциальных возможностей снятия ограничений проектной нагрузки за счет снижения негативного влияния газового фактора для эффективного использования горнодобывающей техники.

**Постановка задачи.** Провести детальный анализ нормативной методики расчета допустимой нагрузки на очистной забой посредством дифференцированной оценки степени влияния исходных параметров, входящих в формулу, на конечный результат расчета. Разработать вариант усовершенствованной методики, наметить пути и предложить технические решения по устранению ограничения проектной нагрузки на лаву.

**Изложение материала и его результаты.** Основное отличие данного исследования, от ранее проведенных, состоит в комплексном подходе к решению задачи преодоления газового барьера и увеличения нагрузки на очистной забой.

Методика расчета максимально допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору приведена в разделе 7 Руководства [2] и обязательна для применения на газовых шахтах при проектировании вентиляции и дегазации выемочных участков. Она имеет следующий вид в случае, если ожидаемая метанообильность определена по природной метаноносности или фактической метанообильности при одинаковой длине проектируемой и лавы-аналога:

$$A_{\max} = A_p \cdot I_p^{-1.67} \left( \frac{Q_p (C - C_0)}{194} \right)^{1.93}, \text{ т/сут.}, \quad (1)$$

где  $A_p$  – проектная нагрузка на лаву, т/сут.;

$I_p$  – ожидаемая метанообильность лавы или выемочного участка, м<sup>3</sup>/мин.;

$Q_p = Q_{\max}$  – максимальный расход воздуха в лаве или на выемочном участке, м<sup>3</sup>/мин.;

$C$  и  $C_0$  – допустимые концентрации метана на исходящей струе лавы (участка) и входящей соответственно, %.

Для удобства анализа методики приведем зависимость к первоначальному виду и принимаем, что в лаву и на выемочный участок поступает чистый воздух без примеси метана,  $C_0=0$ :

$$A_{\max} = A_p \frac{\left( \frac{Q_{\max} \cdot C_{\text{доп}}}{k_H \cdot 100} \right)^{1.67}}{I_p^{1.67}}, \text{ т/сут.}, \quad (2)$$

где  $k_H$  – коэффициент неравномерности; определяется средним метановыделением в формуле (1). По разделу 6.2 [2] коэффициент равен:

$$k_H = \frac{1.94}{\bar{I}^{0.14}}; \quad (3)$$

$C_{\text{доп}}$  – допустимая по ПБ концентрация метана, %;  $C_{\text{доп}}=1,0$  %;

$Q_{\max}$  – максимальный расход воздуха для проветривания лавы в условиях ограничения нагрузки на лаву, м<sup>3</sup>/мин.

$$Q_{\max} = 60 \cdot S_{\text{оч. min}} \cdot v_{\max}, \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (4)$$

где  $S_{\text{оч. min}}$  – минимальная площадь поперечного сечения лавы в свету, м<sup>2</sup>;  $v_{\max}$  – допустимая согласно ПБ скорость движения воздуха в лаве, м/сек.;  $v_{\max} = 4,0$  м/сек.;

Следует отметить, что в основу анализируемой методики положена эмпирическая степенная зависимость метановыделения от нагрузки на очистной забой для случая определения ожидаемой метанообильности по фактическому метановыделению:

$$\frac{I_p}{I_{\phi}} = \left( \frac{A_p}{A_{\phi}} \right)^{0,6}. \quad (5)$$

Приравняв  $I_{\phi} = I_{\max}$  и  $A_{\phi} = A_{\max}$ , после преобразования выражения получим зависимость:

$$A_{\max} = A_p \frac{(I_{\max}/k_H)^{1.67}}{I_p^{1.67}}, \text{ т/сут.} \quad (6)$$

$$I_{\max} = 0.01 \cdot Q_{\max} \cdot C, \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Для установления потенциальной возможности снятия ограничения на величину максимально допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору проведем анализ степени влияния каждого исходного параметра, входящего в формулу (2).

Максимально допустимое метановыделение в лаву ( $I_{\max}$ , м<sup>3</sup>/мин.) определяется максимальным расходом воздуха в лаве ( $Q_{\max}$ , м<sup>3</sup>/мин.) в данных условиях, исходя из условия разжижения метана по источникам выделения до допустимой согласно ПБ концентрации метана на исходящей струе лавы. При прочих равных условиях максимальный расход воздуха по формуле (4) зависит от максимально допустимой скорости движения воздуха в лаве ( $v_{\max}$ , м/с.). Согласно действующим ПБ [1] принято:  $C = 1,0$ %;  $v_{\max} = 4$  м/с.

В ряде зарубежных стран законодательно установлен допустимый уровень концентрации метана на исходящих струях выемочного участка равным 2%, а скорость воздуха в очистном забое варьируется в зависимости от условий ведения горных работ. В отечественной практике для комплексно механизированных лав соответствующими инструкциями допускается повышение максимальной скорости движения воздуха в призабойном пространстве до 5,0 м/с и концентрации метана до 1,3 % в исходящей струе лавы при условии применения системы автоматизированного контроля параметров рудничной атмосферы и газовой защиты, высокого уровня механизации и автоматизации производственных процессов, высокой эффективности пылеподавления.

Расчеты, проведенные с использованием фактических параметров ведения очистных работ применительно к условиям функционирования 3 Западной лавы пласта  $k_6^B$  шахты «Никанор-Новая» в Донбассе, показали следующее. Угольный пласт мощностью 1,1 м с природной метаноносностью 22-23 м<sup>3</sup>/т с.б.м. угля разрабатывался с применением механизированного комплекса МКД-80. Схема проветривания выемочного участка – прямоточная с подсвежением исходящей струи из лавы. Для снижения поступления метана из выработанного пространства в выработки участка применялась скважинная дегазация вмещающих пласт массивов с эффективностью 30-35%. При среднегодовой нагрузке на лаву 846 т/сут. средняя метанообильность лавы составила 4,86 м<sup>3</sup>/мин, выемочного участка – 14,9 м<sup>3</sup>/мин. см<sup>3</sup>/мин. без учета.

Максимально допустимая нагрузка на очистной забой, рассчитанная по нормативной методике, составила 1220 т/сут. для данных условий. Если принять  $v_{max} = 5,0$  м/с.,  $C_{доп.} = 1,3\%$ , то уровень  $A_{max} = 2900$  т/сут. и увеличится в 2,4 раза по сравнению с нормативной. При условии увеличения концентрации метана до  $C_{доп.} = 1,3\%$ , а величина  $v_{max} = 4,0$  м/с. остается неизменной, тогда нагрузка  $A_{max} = 1964$  т/сут., что в 1,6 раза больше нормативного значения.

Для расчета максимально допустимой нагрузки на лаву по фактору проветривания выемочного участка максимальный расход воздуха для проветривания участка ( $Q_{уч. max}$ , м<sup>3</sup>/мин.) рассчитывается по [2] с учетом максимального расхода воздуха для проветривания лавы и принятой схемы проветривания участка.

Максимальный расход воздуха на выемочном участке для схем проветривания с последовательным разбавлением метана по источникам выделения (схемы типа 1-В, 1-м) определяется по формуле:

$$Q_{max} = Q_{max} \cdot \frac{k_{ут.в.}}{k_{о.з.}}, \text{ м}^3/\text{мин.}, \quad (7)$$

где  $k_{ут.в.}$  – коэффициент утечек воздуха

через выработанное пространство в пределах выемочного участка;

$k_{о.з.}$  – коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства в зависимости от способа управления кровлей и литологического состава пород;  $k_{о.з.} = 1,05 \div 1,3$ .

Если допустимая нагрузка на очистной забой, рассчитанная по газовыделению участка значительно меньше нагрузки, рассчитанной по газовыделению на исходящей из лавы, то применяют схемы проветривания с обособленным разбавлением метана по исходникам (схемы типа 2-В, 3-В) и мероприятия по борьбе с метаном (дегазацию).

Для указанных схем расчет расхода на участке определяют по формуле:

$$Q_{max.уч.} = Q_{доп.} + Q_{max.оч.} \cdot \frac{k_{ут.в.}}{k_{о.з.}}, \text{ м}^3/\text{мин.}, \quad (8)$$

где  $Q_{доп.}$  – расход воздуха на подсвежение, м<sup>3</sup>/мин.

$k_{о.з.}$  – коэф., учитывающий движение воздуха на части выработанного пространства.

Должно соблюдаться условие:

$$Q_{доп.} \leq Q_{max.оч.}, \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (9)$$

$$Q_{доп.} \geq 60 \cdot S \cdot v_{min}, \quad (10)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения выработки с подсвежающей струей в свету, м<sup>2</sup>;

$v_{min}$  – минимальная скорость движения воздуха в выработке по тепловому фактору, м/с.

Расчет допустимой нагрузки по фактору проветривания участка для реальных условий работы 3 Западной лавы, выполненный по нормативной методике ( $C_{доп.} = 1,0\%$ ), показал более жесткие ограничения расчетной нагрузки  $A_{max} = 580$  т/сут. При условии  $C_{доп.} = 1,3\%$  на исходящей струе выемочного участка  $A_{max} = 830$  т/сут., что в 1,5 раза больше нормативного значения.

Следующими важными исходными параметрами методики расчета нагрузки являются величины ожидаемой метанообильности лавы ( $I_{оч.р.}$ ) и выемочного участка ( $I_{уч.р.}$ ). Согласно нормативному руководству [2]

прогноз величины метанообильности для действующих шахт требуется производить по фактической метанообильности с использованием данных лавы-аналога. Для новых шахт, горизонтов, пластов допускается расчет метанообильности по природной метаноносности угольных пластов и пород с последующим уточнением по первому методу в процессе ведения очистных работ. Исходными данными для прогноза ожидаемой метанообильности выработок являются фактические метанообильность ( $I_{\text{оч.ф.}}$ ,  $I_{\text{уч.ф.}}$ ,  $\text{м}^3/\text{мин.}$ ) и нагрузка на лаву ( $A_{\text{ф.}}$ ,  $\text{т/сут.}$ ), определяемые как средние величины за длительный период работы лавы, по руководству [2] – не менее 3-х месяцев. Точность указанных величин практически определяется погрешностью измерений.

Использование метода аналогий для расчета ожидаемой метанообильности вполне оправдано. Он дает удовлетворительные результаты в случаях, когда на исходную величину влияет довольно большое число трудно или вообще не учитываемых факторов.

Известно, что процесс метановыделения в горные выработки является ярко выраженным динамическим процессом, то есть неравномерным и случайным. Колебания метановыделения в горные выработки в процессе разработки пласта происходят под влиянием изменения природной метаноносности, интенсивности метаноотдачи в трещиноватых и тектонически нарушенных зонах, регулярных осадок массива кровли, неравномерности процесса выемки угля и прочее. В случайном процессе метановыделения показателем неравномерности является коэффициент неравномерности метановыделения, равный отношению максимального метановыделения к среднему:

$$k_H = \frac{I_{\text{max}}}{\bar{I}}. \quad (11)$$

Максимальное метановыделение при условии соответствия нормальному закону распределения определяется по правилу «трех сигм»:

$$I_{\text{max}} = \bar{I} + 3\delta, \quad \text{м}^3/\text{мин.}, \quad (12)$$

где  $\delta$  – стандартное отклонение метановыделения,  $\text{м}^3/\text{мин.}$

В работе [8] показано, что

$$k_H = 1 + 3k_g, \quad \text{м}^3/\text{мин.}, \quad (13)$$

где  $k_g$  – коэффициент вариации.

Коэффициент неравномерности метановыделения в данном случае имеет смысл коэффициента запаса воздуха и численно равен ему.

В формулу (2) коэффициент неравномерности метановыделения введен в виде делителя максимальной метанообильности выработки с целью повышения уровня газовой безопасности.

Следует отметить, что расход воздуха для проветривания участков выработок также подвержен определенным колебаниям во времени. Колебания связаны с состоянием вентиляционных сооружений и выемочных выработок, интенсивностью движения технологического транспорта, колебаниями атмосферного давления и прочее.

В результате исследований установлено, что для лав, оборудованных мехкомплексами, изменение удельного аэродинамического сопротивления достигает 40% в течение цикла и вызвано изменением пространственного положения угольного комбайна [9]. Расчеты показывают, что коэффициент неравномерности расхода воздуха равен 1,05–1,1. Поэтому считаем целесообразным ввести коэффициент  $k_H$  в формулу (2) в виде произведения  $k_H^c \cdot k_H^b$  (коэффициент неравномерности газовыделения, коэффициент неравномерности расхода воздуха).

В части совершенствования методики расчета допустимой нагрузки на лаву нами предложена линейная зависимость, адекватно описывающая процесс метановыделения при изменении нагрузки [7]. В диапазоне относительных изменений добычи угля, наблюдаемых на практике ( $0,5 \leq \frac{A_p}{A_{\text{ф}}} \leq 2,0$ ), зависимость имеет математический вид:

висимость имеет математический вид:

$$\frac{I_p}{I_\phi} = 0.42 + 0.58 \frac{A_p}{A_\phi} . \quad (14)$$

По точности расчетов полученная зависимость не уступает нормативной степенной

зависимости (рис. 1). Важным моментом является наличие в уравнении свободного члена, равного величине метановыделения при временно остановленных работах по добыче угля в лаве (рис. 2).

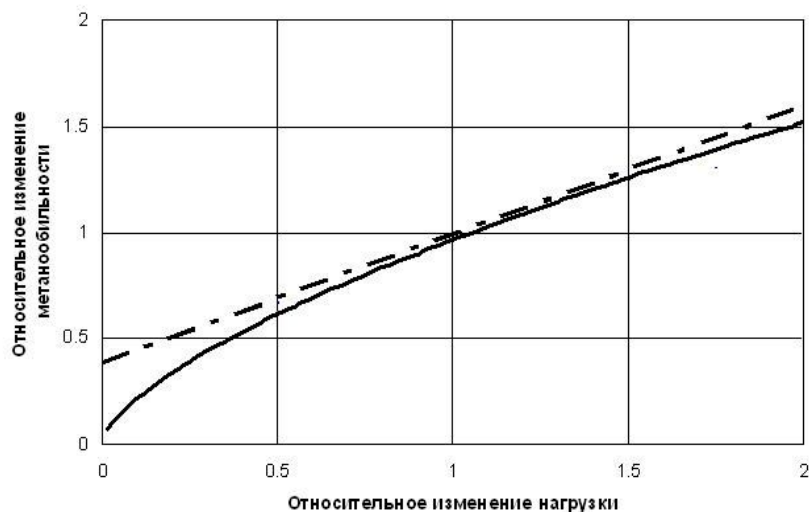


Рисунок 1 Линеаризация зависимости метанообильности выработок от нагрузки на очистной забой

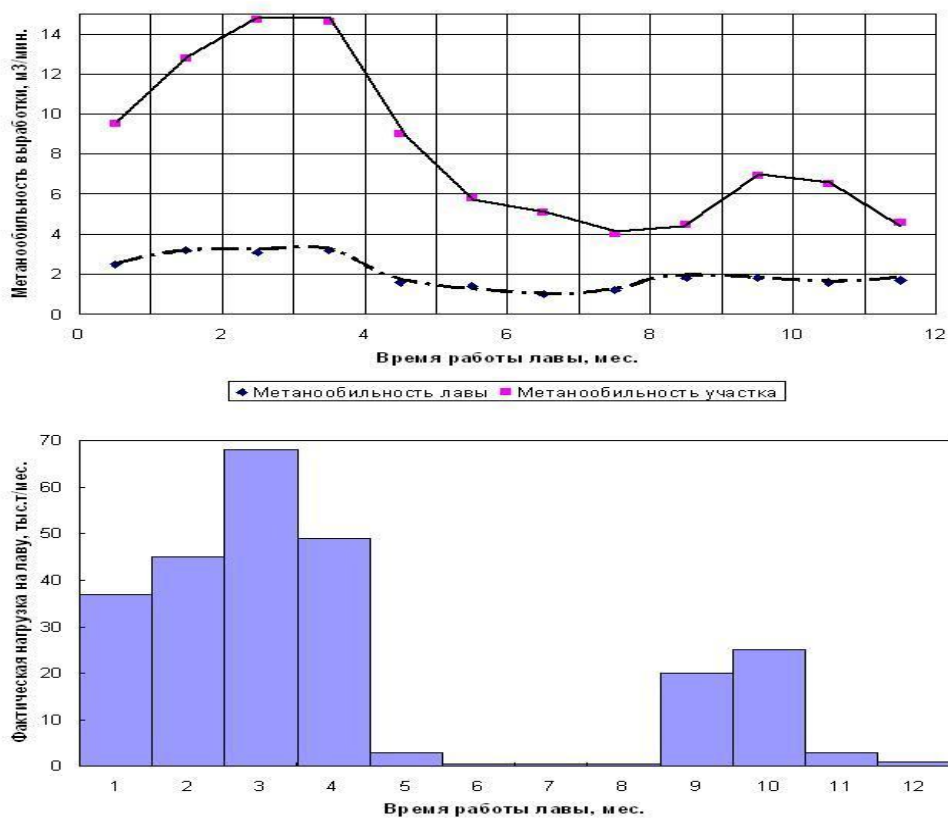


Рисунок 2 Характер изменения метанообильности выработок в зависимости от нагрузки на лаву

Уравнение для определения метанообильности выработки запишем в виде:

$$I_p = I_\phi \left( 0,42 + 0,58 \frac{A_p}{A_\phi} \right), \text{ м}^3/\text{мин}. \quad (15)$$

С учетом установленной зависимости (15) формула для расчета максимально допустимой нагрузки на лаву по газовому фактору примет вид:

$$A_{max} = \frac{0,58 \cdot A_p}{\frac{I_p}{I_{max}} - 0,42} \cdot \frac{1}{k_H^r \cdot k_H^B}, \text{ т/сут}. \quad (16)$$

Предложенная формула удобна для инженерных расчетов и отвечает физическому смыслу процесса метановыделения.

Результаты проведенного анализа показали, что снятие ограничений возможно посредством воздействия на исходные параметры. Интенсивные с высокой неравномерностью поступления метана из выработанного пространства лавы являются основным ограничивающим фактором. На метанообильных шахтах первоочередным и часто единственным мероприятием в борьбе с этим источником метана является искусственная дегазация, требующая высокой эффективности. Применение дегазации выработанного пространства позволяет одновременно снизить уровень метановыделения, его неравномерность и вероятность опасных загазований выработок.

Результаты изучения динамики метановыделения в лаве показали, что высокая неравномерность выделения метана, иногда превышающие допустимые пределы, тесно связана с особенностью процесса добычи угля. Последний характеризуется чередованием включений комбайна в работу и его остановкой.

Для снижения уровня метанообильности и ее неравномерности разработаны способы и технические средства, которые делятся на две группы: активные и пассивные. Активные способы направлены непосредственно на снижение метаноносности пласта. Они

включают в себя различные схемы дегазации разрабатываемого пласта глубокими скважинами, заложенными в массиве впереди лавы, для повышения газоотдачи в скважинах применяют искусственное повышение проницаемости пласта гидровоздействием, взрыванием, гидрорезанием. Непосредственно в очистном забое призабойную часть пласта дегазируют короткими шпурами. В Донбассе активные способы не нашли применения по причине их низкой эффективности и высокой трудоемкости.

Пассивные способы направлены на перераспределение метановыделения из пласта во времени посредством увеличения глубины естественной дегазации призабойной части пласта. К ним относятся гидрорыхление или гидроотжим краевой части пласта через шпуры, подрубка пласта врубовой машиной, создание разгрузочной щели угольными фрезами и гидромониторами. Эти способы имеют перспективу, так как способны комплексно решать вопросы управления метановыделением, борьбы с пылью и внезапными выбросами угля и газа.

Актуальным остается вопрос совместного управления технологическим процессом выемки угля и газодинамическими процессами. Взаимосвязь этих процессов проявляется в закономерностях формирования концентрации метана в исходящей струе воздуха в зависимости от режима работы комбайна (скорость подачи комбайна, время непрерывной работы или простоя) с одной стороны, с другой – вынужденных простоях по причине превышения допустимой концентрации метана.

Математическое описание процесса изменения концентрации метана в лаве при выемке угля комбайном имеет вид:

$$C(t) = \lambda(t) \sum_i a_i \cdot e^{\beta_i t} + [\lambda(t) - 1] \sum_j a_j e^{\beta_j t}, \% \quad (17)$$

где  $a_i, a_j, \beta_i, \beta_j$  – эмпирические коэффициенты, зависящие от горно-геологических условий и технологии выемки угля;

$\lambda(t)$  – коэффициент, равный единице при  $t = t_p$  и равный нулю при  $t = t_{к.р.}$ .

Для установления оптимальной рабочей скорости подачи комбайна использована оптимизационная модель с минимизацией времени прохождения комбайном всей лавы:

$$T = \frac{l_{оч}}{v \cdot \sum_j \lambda(t)} + \sum_j [1 - \lambda(t)] \rightarrow \min, \text{ мин.} \quad (18)$$

Результаты моделирования показали, что при работе комбайна с оптимальной скоростью подачи длительность технологического цикла уменьшается почти в два раза и, как следствие, возрастает нагрузка на очистной забой.

В практическом плане предложенная за-

висимость (17) может быть положена в основу алгоритма автоматизированного управления процессом выемки угля с учетом газового фактора.

**Выводы.** Решение задачи преодоления газового барьера и увеличения нагрузки на очистной забой должно опираться на комплексное использование передовых технологий борьбы с метаном, автоматизированное управление процессом выемки угля, а также совершенствование методической и нормативной базы в области вентиляции и дегазации.

### Библиографический список

1. Правила безопасности в угольных шахтах [Текст]: НПАОП 10.0-1.01-10. — К. : Госгорпромнадзор Украины, 2010. — 432 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Государственный нормативный акт об охране труда 1.130-6.09.93 [Текст]. — К. : Основа. 1994. — 311 с.
3. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. СОУ 10.1.00174088.001-2004 [Текст]. — К. : Минтопэнерго, 2004. — С. 22–30.
4. Сластунов, С. В. Обоснование допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору [Текст] / С. В. Сластунов, Г. Г. Каркашадзе, К. С. Коликов // Труды научного симпозиума «Неделя горняка-2009». — М. : ИД ООО «Роликс», 2009. — С. 151–159.
5. Каркашадзе, Г. Г. Совершенствование методики расчета нагрузки на очистной забой на основе шахтных измерений пластового давления и параметров массопереноса метана в угольных пластах [Текст] / Г. Г. Каркашадзе, Г. П. Ермак, М. А. Волков // Горный информационно-аналитический бюллетень, тематическое приложение «Экология, метанобезопасность». — М. : изд. «Горная книга», 2011. — С. 169–175.
6. Пилюгин, В. И. Совершенствование нормативной базы в области проектирования проветривания и дегазации очистных забоев [Текст] / В. И. Пилюгин, Г. П. Стариков // Уголь Украины. — 2013. — № 8. — С. 40–43.
7. Денисенко, В. П. Совершенствование горно-статистического метода прогноза метанообильности горных выработок добычных участков [Текст] / В. П. Денисенко, Г. Л. Пигида, Е. В. Абакумова, В. А. Маркин, Е. П. Анненков // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сб. науч. тр. МакНИИ. — Макеевка : МакНИИ, 2008. — Вып. 2(22), 2008. — С. 63–75.
8. Пигида, Г. Л. Элементы теории газовой защиты очистных участков угольных шахт [Текст] / Г. Л. Пигида — М. : Недра, 1975. — 80 с.
9. Абрамов, Ф. А. Некоторые вопросы управления аэрогазодинамическими процессами на выемочных участках угольных шахт [Текст] / Ф. А. Абрамов // сб. Проблемы современной рудничной аэрологии. — М. : Наука, 1974. — С. 38–44.

© Денисенко В. П.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. РМПИ ДонГТУ Фрумкин Р. А., гл. горняком технической дирекции ГУП ЛНР «Центруголь» Сафоновым А. Б.

Статья поступила в редакцию 21.11.16.



к.т.н. Денисенко В. П. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЛАВУ ЗА ГАЗОВИМ ФАКТОРОМ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ ГАЗОВОГО БАР'ЄРУ ВІЇМКОВОЇ ДІЛЬНИЦІ**

*Виконано детальний аналіз нормативної методики розрахунку максимально допустимого навантаження на очисний вибій за газовим (метановим) фактором на підставі диференційованої оцінки ступеню впливу вихідних параметрів на рівень допустимого навантаження. Запропоновано варіант вдосконаленої методики визначення допустимого навантаження за фактором провітрювання. Обґрунтовані шляхи і засоби вирішення проблеми усунення обмежень навантаження на лаву за газовим фактором.*

**Ключові слова:** вугільна шахта, газоносний пласт, метановість, газовий фактор, навантаження, управління метановиділенням.

PhD Denisenko V.P. (DonSTU, ALchevsk, LPR)

**IMPROVING THE CALCULATION PROCEDURE OF MAXIMUM PERMITTED LOAD ON A LONGWALL ON GAS RATIO AND WAYS FOR OVERCOMING GAS BARRIER OF WORKING AREA**

*In-depth study of normative calculation procedure of maximum permitted load on a longwall on gas (methane) ratio has been done considering differential assessment of initial data influence on load degree. The improved method for determining permitted load on aeration factor is proposed. There have been grounded ways and methods to solve the problem of eliminating the load limits on a longwall on gas ratio.*

**Key words:** coal mine, gas-bearing bed, methane-bearing capacity, gas ratio, load, control of methane release.