

В.П. Денисенко

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВОЗМОЖНОСТИ СНЯТИЯ ОГРАНИЧЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ ПО ГАЗОВОМУ ФАКТОРУ

Аннотация. Установлены потенциальные возможности снятия ограничений проектной нагрузки за счет снижения негативного влияния газового фактора для эффективного использования горнодобывающей техники. Смоделирован процесс формирования концентрации метана в исходящей струе воздуха горной выработки в зависимости от режима работы комбайна. Для установления оптимальной рабочей скорости подачи комбайна использована оптимизационная модель с минимизацией времени рабочего цикла. Проведен детальный анализ нормативной методики расчета допустимой нагрузки на очистной забой посредством дифференцированной оценки степени влияния исходных параметров, входящих в формулу, на конечный результат расчета. Предложен вариант усовершенствованной методики и технические решения по устранению ограничения проектной нагрузки на лаву. Предложен новый подход к решению проблемы совершенствования методики расчета максимально допустимой нагрузки на лаву по газовому фактору и преодоления газового барьера выемочного участка. Предложенная зависимость может быть положена в основу алгоритма автоматизированного управления процессом выемки угля с учетом газового фактора.

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

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-10-0-100-109

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 нагрузки 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 допустимых уровней концентраций по всей системе выработок выемочного участка, что дает возможность предусматривать мероприятия по управлению метановыделением, выбирать рациональные схемы проветри-

вания, 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 газовыделения 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 современный 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 [1–3].

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 [4–6].

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 было необходимо экспериментальное определение 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%.

Установление потенциальных возможностей снятия ограничений проектной нагрузки за счет снижения негативного влияния газового фактора для эффективного использования горнодобывающей техники — цель исследований. Были поставлены и решены 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.

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:

$$A_{\max} = A_p \cdot I_p^{-1,67} \left(\frac{Q_p (C - C_o)}{194} \right)^{1,93}, \text{ т/сут.} \quad (1)$$

где A_p — проектная нагрузка на лаву, т/сут.; I_p — ожидаемая метанообильность лавы или выемочного участка, м³/мин; $Q_p = Q_{\max}$ — максимальный расход воз-

духа в лаве или на выемочном участке, м³/мин; C и C_o — 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, $C_o = 0$:

$$A_{\max} = A_p \frac{\left(\frac{Q_{\max} \cdot C_{\text{доп}}}{k_H \cdot 100} \right)^{1,67}}{I_p^{1,67}}, \text{ т/сут.}, \quad (2)$$

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

$$k_H = \frac{1,94}{T^{0,14}} \quad (3)$$

$C_{\text{доп}}$ — допустимая по ПБ концентрация метана, %; $C_{\text{доп}} = 1,0\%$; Q_{\max} — максимальный расход воздуха для проветривания лавы в условиях ограничения нагрузки на лаву, м³/мин.

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

где $S_{\text{оч.мин}}$ — минимальная площадь поперечного сечения лавы в свету, м²; v_{\max} — допустимая согласно ПБ скорость движения воздуха в лаве, м/с; $v_{\max} = 4,0$ м/с.

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} , м³/мин.) определяется максимальным расходом воздуха в лаве (Q_{\max} , м³/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 З Западной лавы пласта k_6^B шахты «Никанор-Новая» в Донбассе, показали следующее. Уголь-

ный пласт мощностью 1,1 м с природной метаноносностью 22–23 м³/т с.б.м. угля разрабатывался с применением механизированного комплекса МКД-80. Схема проветривания выемочного участка — прямоточная с подсвеживанием 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 м³/мин, выемочного участка — 14,9 м³/мин. см³/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., $C_{\text{доп.}} = 1,3\%$, то уровень $A_{\max} = 2900$ т/сут. и увеличится в 2,4 раза по сравнению с нормативной. При условии увеличения концентрации метана до $C_{\text{доп.}} = 1,3\%$, 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 ($Q_{\text{уч. max}}$, м³/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:

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

где $k_{\text{ут.в.}}$ — коэффициент утечек воздуха через выработанное пространство в пределах выемочного участка; $k_{\text{о.з.}}$ — коэф-

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

В случае, если допустимая нагрузка на очистной забой, рассчитанная по газовыделению участка, значительно ниже нагрузки, рассчитанной по газовыделению на исходящей из лавы струе, то применяют схемы проветривания с обособленным разбавлением метана по источникам выделения (схемы типа 2-В, 3-В) с подсвеживанием исходящей из лавы струи воздуха и мероприятия по борьбе с метаном (дегазацию). Для этих схем расчет расхода воздуха на выемочном участке проводят по формуле:

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

где $Q_{\text{доп.}}$ — расход воздуха на подсвеживание исходящей из выемочного участка струи, $\text{м}^3/\text{мин.}$; $k_{\text{оз}}$ — коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства.

Должно соблюдаться условие:

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

$$Q_{\text{доп.}} \geq 60 \cdot S \cdot v_{\text{min}}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (10)$$

где S — площадь поперечного сечения выработки с подсвежающей струей в свету, м^2 ; v_{min} — минимальная скорость движения воздуха по тепловому фактору в выработке с подсвежающей струей, $\text{м}/\text{с}$.

$$Q_{\text{max уч.}} \leq 60 \cdot 6 \cdot S_{\text{в}} \text{ м}^3/\text{мин} \quad (11)$$

где $S_{\text{в}}$ — площадь поперечного сечения выработки с исходящей струей участка, м^2 .

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

$= 830 \text{ т}/\text{сут.}$, что в 1,5 раза больше нормативного значения.

Следующими важными исходными параметрами методики расчета нагрузки являются величины ожидаемой метанообильности лавы ($I_{\text{оч.р.}}$) и выемочного участка ($I_{\text{уч.р.}}$). 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 ($A_{\text{ф.}}$, $\text{т}/\text{сут.}$), 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:

$$k_H = \frac{I_{\max}}{\bar{I}}. \quad (12)$$

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

$$I_{\max} = \bar{I} + 3\delta, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (13)$$

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

В работе [8] показано, что

$$k_H = 1 + 3k_B, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (14)$$

где k_B — 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 $k_H^r \cdot k_H^B$ (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 ($0,5 \leq A_p/A_\phi \leq 2,0$), зависимость имеет математический вид:

$$\frac{I_p}{I_\phi} = 0,42 + 0,58 \frac{A_p}{A_\phi}. \quad (15)$$

По точности расчетов полученная зависимость не уступает нормативной степенной зависимости (рис. 1). Важным моментом является наличие в уравнении свободного члена, равного величине

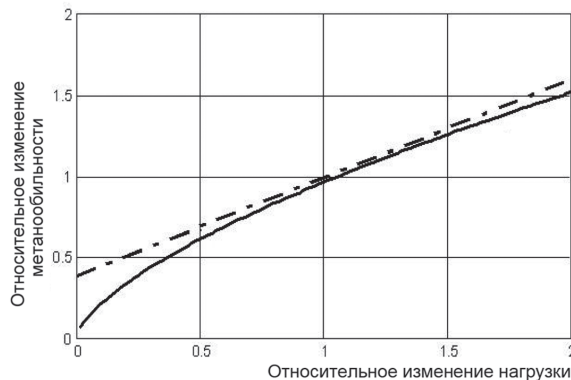


Рис. 1. Линейризация зависимости метанообильности выработок от нагрузки на очистной забой
Fig. 1. Linearization of relationship between methane content and face output in longwalls

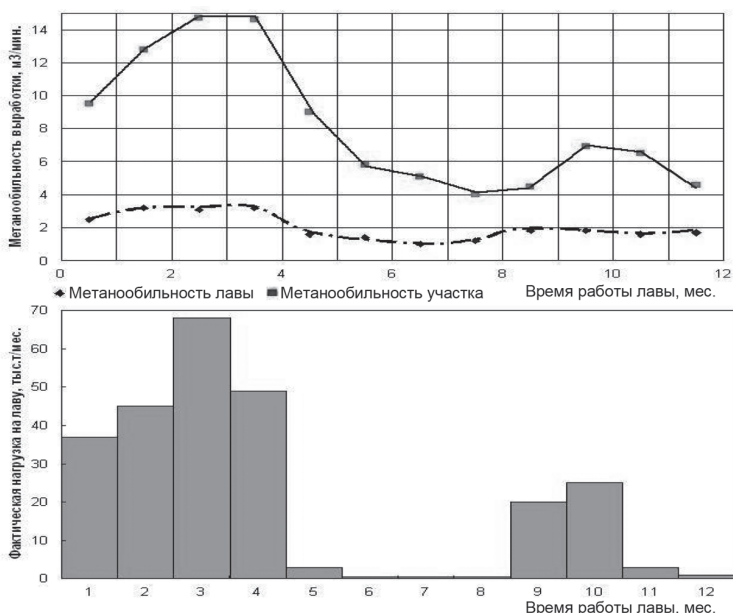


Рис. 2. Характер изменения метанообильности выработок в зависимости от нагрузки на лаву
 Fig. 2. Behavior of methane content in mine air versus longwall face output

метановыделения при временно остановленных работах выемки угля в лаве (рис. 2).

Уравнение для определения метанообильности выработки запишем в виде:

$$I_p = I_\phi \left(0,42 + 0,58 \frac{A_p}{A_\phi} \right) \text{ м}^3/\text{мин} \quad (16)$$

С учетом установленной зависимости (16) формула для расчета максимально допустимой нагрузки на лаву по газовому фактору примет вид:

$$A_{\max} = \frac{0,58 \cdot A_p}{\frac{I_p}{I_{\max}} - 0,42} \cdot \frac{1}{K_H^r \cdot K_H^B}, \text{ т/сут.} \quad (17)$$

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 ме-

таномности 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 простоев по причине превышения допустимой концентрации метана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Правила безопасности в угольных шахтах*. 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. — К.: Основа, 1994. — 311 с.

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

$$C(t) = \lambda(t) \sum_i a_i \cdot e^{\beta_i t} + [\lambda(t) - 1] \sum_j a_j e^{\beta_j t}, \quad (18)$$

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:

$$T = \frac{I_{оч}}{v \cdot \sum \lambda(t)} + \sum_j [1 - \lambda(t)] \rightarrow \min \quad \min \quad (19)$$

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 зависимость (18) 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.

3. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. СОУ 10.1.00174088.001-2004. — К.: Минтопэнерго, 2004. — С. 22–30.

4. Слестунов С.В., Каркашадзе Г.Г., Коликов К.С. Обоснование допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору / Труды научного симпозиума «Неделя горняка-2009». — М.: ИД ООО «Роликс», 2009. — С. 151–159.

5. Каркашадзе Г.Г., Ермак Г.П., Волков М.А. Совершенствование методики расчета нагрузки на очистной забой на основе шахтных измерений пластового давления и параметров массопереноса метана в угольных пластах // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — СВ 8. Экология, метанобезопасность. — С. 169–175.

6. Пилюгин В.И., Стариков Г.П. Совершенствование нормативной базы в области проектирования проветривания и дегазации очистных забоев // Уголь Украины. — 2013. — вып. 8. — С. 40–43.

7. Денисенко В.П., Пигида Г.Л., Абакумова Е.В., Маркин В.А., Анненков Е.П. Совершенствование горно-статистического метода прогноза метанообильности горных выработок добычных участков / Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сборник научных трудов МакНИИ, Вып. 2(22). — Макеевка: МакНИИ, 2008. — С. 63–75.

8. Пигида Г.Л. Элементы теории газовой защиты очистных участков угольных шахт. — М.: Недра, 1975. — 80 с.

9. Абрамов Ф.А. Некоторые вопросы управления аэрогазодинамическими процессами на выемочных участках угольных шахт / Проблемы современной рудничной аэрологии. — М.: Наука, 1974. — С. 38–44. **УДК**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Денисенко Владимир Петрович — кандидат технических наук, доцент, Донбасский государственный технический университет, e-mail: denisenko.14@mail.ru.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 10, pp. 100–109.

Some aspects of removability of face output constraint with respect to gas criterion

Denysenko V.P., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Donbass State Technical University, e-mail: denisenko.14@mail.ru.

Abstract. It is found to be potentially possible to remove the project face output constraint with respect to impact of gas criterion towards effective use of mining machines. The process of initiation and growth of methane concentration in return air depending on operating mode of heading machine is modeled. For finding optimal advance velocity of heading machine, optimization model with minimization of operating cycle time is used. Detailed analysis of normative technique of calculating face output is performed by means of differential estimation of influence exerted by input parameters on the calculation result. An alternative improved procedure and engineering solutions on removal of the project longwall face output constraint is proposed. The scientific novelty of the proposal consists in a new approach to the method of calculation of maximum permissible face output with respect to gas criterion and overcoming gas barrier in longwall. In applications, the proposed relation can be the basis for the algorithm of automated coal cutting control with respect to gas criterion.

Key words: coal mine, gaseous seam, methane content, gas criterion, load, methane release control.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-10-0-100-109

REFERENCES

1. *Pravila bezopasnosti v ugol'nykh shakhtakh. NPAOP 10.0-1.01-10* [Safety rules in coal mines. NPAOP 10.0-1.01-10], Kiev, Gosgorpromnadzor Ukrainy, 2010, 432 p.

2. *Rukovodstvo po proektirovaniyu ventilyatsii ugol'nykh shakht. Gosudarstvennyy normativnyy akt ob okhrane truda 1.130-6.09.93* [Guidelines for the design of ventilation of coal mines. State regulation of labor protection 1.130-6.09.93], Kiev, Osnova, 1994, 311 p.

3. Degazatsiya ugol'nykh shakht. Trebovaniya k sposobam i skhemy degazatsii. SOU 10.1.00174088.001-2004 [Degassing coal mines. Requirements to methods and degassing circuit. SOU 10.1.00174088.001-2004], Kiev, Минтопэнерго, 2004, pp. 22–30.

4. Slastunov S. V., Karkashadze G. G., Kolikov K. S. Obosnovanie dopustimoy nagruzki na ochistnoy zaboy po gazovomu faktoru [Substantiation of permissible face output with respect to gas criterion]. Trudy nauchnogo simpoziuma «Nedelya gornyaka-2009», Moscow, ID 000 «Roliks», 2009, pp. 151–159.

5. Karkashadze G. G., Ermak G. P., Volkov M. A. Sovershenstvovanie metodiki rascheta nagruzki na ochistnoy zaboy na osnove shakhtnykh izmereniy plastovogo davleniya i parametrov massoperenosa metana v ugol'nykh plastakh [Improvement of calculation procedure of face output based on in-seam pore pressure measurements and methane mass transfer parameters in coal beds]. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2011. Special edition 8, pp. 169–175. [In Russ].

6. Pilyugin V. I., Starikov G. P. Sovershenstvovanie normativnoy bazy v oblasti proektirovaniya provetrivaniya i degazatsii ochistnykh zaboev [Improvement of regulatory framework in longwall ventilation and degassing design], Ugol' Ukrainy. 2013, issue 8, pp. 40–43.

7. Denisenko V. P., Pigida G. L., Abakumova E. V., Markin V. A., Annenkov E. P. Sovershenstvovanie gornostatisticheskogo metoda prognoza metanoobil'nosti gornyykh vyrabotok dobychnyykh uchastkov [Improvement of mine statistical method to predict methane content in longwall production areas]. Spособy i sredstva sozdaniya bezopasnykh i zdorovykh usloviy truda v ugol'nykh shakhtakh: sbornik nauchnykh trudov MakNII, issue 2(22). Makeevka, MakNII, 2008, pp. 63–75.

8. Pigida G. L. Elementy teorii gazovoy zashchity ochistnykh uchastkov ugol'nykh shakht [Elements of longwall gas shield theory for coal mines], Moscow, Nedra, 1975, 80 p.

9. Abramov F. A. Nekotorye voprosy upravleniya aerogazodinamicheskimi protsessami na vyemochnykh uchastkakh ugol'nykh shakht [Some aspects of aero-gas-dynamic control in coal longwalls]. Problemy sovremennoy rudnichnoy aerologii, Moscow, Nauka, 1974, pp. 38–44.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ВОПРОСЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ

(2018, № 6, СВ 29, 28 с.)

Илалова Р.К., Таловина И.В., Дурягина А.М., Никифорова В.С., Бейги С.Х.

Представлены статьи по региональной геологии восточного склона Северного Урала и Центрального Ирана. По результатам изучения никеленосной коры выветривания на территории восточного склона Северного Урала отмечено возможное проявление низкоградного метаморфизма цеолитовой фации в роли рудоподготовительного процесса. Подчеркнуто участие гидротермальных растворов в двух температурных интервалах 75–125 °С и 175–300 °С в формировании профиля выветривания. Приведено описание основных тектонических структур в центральной части вулканогенно-плутонического пояса Уромие-Доhtar в Центральном Иране. Установлены новые типы тектонических структур: разветвления разломов в виде конского хвоста, вращающиеся блоки, структуры цветка.

Ключевые слова: восточный склон Северного Урала, низкоградный метаморфизм, коры выветривания, цеолитовая фация, Центральный Иран, коллизионный орогенез, сдвиги, вулканогенно-плутонический пояс Уромие-Доhtar, орогенный пояс Загрос.

REGIONAL GEOLOGY ISSUES

Ilalova R.K., Talovina I.V., Duryagina A.M., Nikiforova V.S., Beygi S.Kh.

Articles on regional Geology of Eastern slope of the Northern Urals and Central Iran are presented. Results of the study of Nickel-bearing weathering crust on the Eastern slope of the Northern Urals showed a possible manifestation of low-grade metamorphism of zeolite facies in the role of ore preparation process. The participation of hydrothermal solutions in two temperature ranges 75–125 °C and 175–300 °C in the formation of weathering profile is also emphasized. Discussed endogenous events were manifested as a result of early Mesozoic tectonic-magmatic activation of the region in connection with General stretching of the Ural orogen caused by continental riftogenesis. The collection also contains a description of main tectonic structures in the Central part of volcanic-plutonic belt Uremia-Dohtar in Central Iran. New types of tectonic structures, such as branching faults in form of a horse tail, rotating blocks, flower structures, are established.

Key words: Eastern slope of the Northern Urals, mineral metamorphism, weathering crust, the zeolite facies, Central Iran, collisional orogenesis, faults, volcanic-plutonic belt Uremia-Dohtar, orogenic belt, the Zagros.