

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ
Государственный Макеевский научно-исследовательский
институт по безопасности работ в горной
промышленности (МакНИИ)

На правах рукописи

ЛЮБАРСКИЙ БОРИС СЕМЕНОВИЧ

Управление газовыделением средствами вентиляции
и дегазации при пожарах на взрывоопасных участках

Специальность 05.26.02 - "Пожарная безопасность в
области технических наук"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Макеевка - Донбасс

1996

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в Центральном штабе Государственной
военизированной горноспасательной службы (ГВГСС).

Научный руководитель -
докт. техн. наук, проф.,

академик ИАНЗБ

БОБРОВ

Анатолий Иванович

Официальные оппоненты:

докт. техн. наук, проф.,

член - корр. Академии

горных наук

ЯРЕМБАН

Игорь Федорович

канд. техн. наук,

ст. науч. сотр.,

академик ИАНЗБ

ЛЕПИХОВ

Алексей Герасимович


Ведущее предприятие - ПО "Макеевуголь".

Защита состоится 26 апреля 1996 г. в 12 часов
на заседании специализированного совета К-27.02.01 при Госу-
дарственном Макеевском научно-исследовательском институте
по безопасности работ в горной промышленности (339008,
г. Макеевка, Донецкой обл., ул. Лихачева, 60).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан 22 марта 1996 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
канд. техн. наук


В.М. Приходько

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім. В. Стефаніка



00740367 (R)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Пожары в угольных шахтах Украины по данным многолетней статистики составляют около половины от всех видов аварий в шахтах. Ежегодно подразделения ГВГСС ликвидируют от 90 до 100 пожаров. Особую сложность представляет тушение пожаров в газообильных шахтах из-за быстрого распространения горения, в том числе в труднодоступные места, опасности взрыва метано-воздушной смеси (МВС), больших размеров зоны поражения (до 200-700 м), нарушения режима проветривания при разрушениях ударной волной вентиляционных сооружений и обрушениях выработок. За последние десять лет по семь эндогенных и экзогенных пожаров были осложнены взрывами МВС. Такие пожары характеризуются высоким коэффициентом "тяжести", под которым понимается травматизм, материальные затраты и длительность ликвидации. Так, на ликвидацию пожара, осложненного неоднократными взрывами МВС в выработанном пространстве, на ш. им. К.И.Поченкова затрачено 596 ч, на остальных шахтах — от 26 до 206 ч работы подразделений ГВГСС. Катастрофические аварии при взрывах МВС, вызвавших пожары, привели к большим человеческим жертвам среди горнорабочих и горноспасателей на ш. "Ясиновская - Глубокая" (1986 г.) и им. А.А.Скочинского (1992 г.).

В технологии ведения горноспасательных работ при тушении таких пожаров одним из главных направлений является осуществление мероприятий по снижению притока метана в зону развития и возможного распространения пожара путем выполнения вентиляционных маневров и изолированного отвода метана дегазационной системой. Особые требования к аварийному режиму проветривания выемочного участка вытекают следующие:

ми причинами:

необходимость уменьшения скорости движения воздуха для снижения скорости распространения пожара, с одной стороны, и ее повышения, с другой стороны, для разбавления выделяющегося метана и предотвращения его слоевых скоплений;

наличием в пределах вмечных участков наклонных выработок, в которых формируется тепловая депрессия пожара и действует подъемная сила метана, способствующие сокращению расхода воздуха вплоть до опрокидывания струи воздуха;

приуроченность к действующим вмечным участкам основных объемов метановыделения из разрабатываемого и сближенных угольных пластов, а также газодинамических проявлений и самовозгораний угля.

Все это выдвигает проблему эффективного управления газовой обстановкой при пожарах в шахтах в разряд наиболее актуальных в социальном, технологическом и экономическом аспектах.

Основной диссертационной работой послужили исследования, предусмотренные комплексными программами по созданию систем противоаварийной устойчивости шахт и совершенствованию способов и средств тушения подземных пожаров, выполняемыми по заданиям ГВГСС Украины при непосредственном участии соискателя в качестве научного руководителя ряда работ.

Цель работы — установить закономерности формирования газовой обстановки при пожарах в шахтах и разработать на их основе эффективные способы управления газовой обстановкой на аварийном участке.

Идея работы заключается в комплексном использовании закономерностей протекания газодинамических процессов при управлении газовой обстановкой средствами вентиляции и дегазации

для обеспечения безопасности и эффективности работ по тушению пожаров в газообильных шахтах.

Методы исследований. В диссертации использован комплексный аналитически-экспериментальный метод, включающий разработку математических моделей и опытное определение в шахтных условиях параметров, характеризующих газообмен, и установление влияния на газовую обстановку изменений режимов вентиляции и дегазации на аварийном участке.

Основные научные положения, разработанные лично автором, их новизна.

1. Математическая модель метановыделения на вмесочных участках при вентиляционных маневрах, связанных с тушением пожаров, отличающаяся тем, что в ней учитывается как изменение расхода воздуха, так и давления. Модель позволила установить закономерности формирования газовой обстановки при пожарах на вмесочных участках.

2. Зависимости концентрации метана в исходящей струе вмесочного участка, базирующиеся на аналитических уравнениях математической модели газовыделения и экспериментально определенных параметров, характеризующих аэродинамические свойства выработанного пространства. Такие зависимости получены впервые. Это позволяет при оценке газовой обстановки учитывать конкретные горно-технические условия вмесочных участков, на которых ведутся работы по тушению пожаров.

3. Новый подход к определению безопасных по газовому фактору условий ведения горноспасательных работ, заключающийся в обеспечении невзрывоопасной концентрации метана в зонах возможного распространения пожара вглубь выработанного пространства. Полученные зависимости позволяют определить, при каких значениях общей газообильности вмесочного участка,

доли газовыделения из выработанного пространства, эффективности дегазации и концентрации метана до аварии допускается ведение горноспасательных работ со стороны исходящей струи аварийного участка.

4. Методика прогнозирования газовой обстановки на аварийном участке, позволяющая оценивать газовую обстановку при изменении режимов проветривания и дегазации и определять необходимые меры безопасности ведения горноспасательных работ при тушении пожаров.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:

- соответствием принятых математических моделей процессов газообмена физической природе изучаемых явлений;

- подтверждением теоретически полученных закономерностей результатами выполненных в шахтных условиях экспериментальных исследований, включающих однофакторные и многофакторные воздействия;

- удовлетворительной сходимостью расчетных и экспериментальных значений концентрации метана при управлении газовой обстановкой в пределах вмочных участков;

- положительными результатами применения разработанных способов управления газовой обстановкой с рекомендуемыми параметрами и очередностью введения в действие при ликвидации сложных аварий на шахтах.

Научное значение работы заключается в изучении переходных газодинамических процессов в выработанных пространствах, как следствия одновременного проявления влияния изменений расхода и давления воздуха, и в установлении зависимостей между показателями газовыделения на участке до аварии и эффективностью дегазации сближенных угольных пластов, позволя-

щих оценить газовую обстановку по условиям опасности взрыва ИВС в выработанном пространстве и возможности ведения горноспасательных работ в выработках с исходящей из аварийного участка струей воздуха.

Практическая ценность работы состоит в возможности создания безопасной газовой обстановки в зоне работы горноспасателей в ряде горно-технических условий путем применения разработанных способов регулирования расхода воздуха и воздействия на вентиляционное давление. (Под вентиляционным давлением понимается депрессия, создаваемая в шахте, на участке, в выработке источником тяги).

Реализация результатов работы. Результаты исследований введены в следующие отраслевые документы: "Руководство по применению дегазации при ликвидации горения метана в шахтах", М.: Минуглепром СССР, 1983; "Устав ГВГСС по организации и ведению горноспасательных работ", Киев: Госкомуглепром Украины, 1993; "Наставление по ликвидации аварий на угольных шахтах подразделениями ГВГСС", Донецк: НИИГД, 1993; "Рекомендации по выбору эффективных режимов проветривания шахт при авариях", Донецк: НИИГД, 1995.

Апробация работы. Основные результаты отдельных разделов и работа в целом доложены на научно-практической конференции "Повышение надежности и эффективности автоматизированной пожарной защиты объектов", г. Севастополь, 1989; на Республиканской научно-технической конференции "Современные проблемы обеспечения пожаробезопасности и пожаротушения в замкнутых пространствах", г. Севастополь, 1991; на 26-й Международной конференции научно-исследовательских институтов по безопасности работ в горной промышленности в г. Катовице, Польша, 1995; на заседании научно-технического Совета

государственной воензированной горноспасательной службы Украины.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 статей в научно-технических журналах и изданиях докладов и тезисов, получено 9 авторских свидетельств на изобретения.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов и заключения, изложенных на 107 страницах машинописного текста, содержит 15 рисунков, 7 таблиц, списка литературы из 64 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Проблема управления газовыделением при тушении пожаров в шахтах является одной из сложных и важных в горноспасательном деле. Существующая практика обеспечения допустимого содержания метана в выработках путем подачи соответствующего расхода воздуха оправдана во многих случаях в обычном режиме работы шахты. В аварийной обстановке увеличивать подачу воздуха в большинстве случаев технически невозможно или недопустимо по условиям необходимости снижения скорости распространения пожара и опасности резкого "всплеска" концентрации метана. Связь между расходом воздуха, эффективностью дегазации и метановыделением в пределах вмемочных участков в технологическом и аварийном режимах исследовалась в трудах известных отечественных и зарубежных ученых в области рудничной аэрологии и горноспасательного дела: Ф.А.Абрамова, В.Я.Балтайтиса, А.И.Боброва, В.А.Бойко, Ш.Е.Болбата, К.К.Бусыгина, О.И.Касимова, Ф.С.Клебанова, Ш.Ш.Морева, А.А.Мясникова, С.Н.Осипова, Л.А.Пучкова, К.З.Умарова, А.П.Фельдмана и др. Однако, целый ряд вопросов освещается противоречиво или

недостаточно изучен особенно в области прогнозирования последствий принудительного или самопроизвольного изменения режима проветривания участка при развитии пожара, а также управления газовой обстановкой с использованием возможностей средств вентиляции и дегазации. Для создания безопасных по газовому фактору условий работы горноспасательных отделений на аварийном участке необходимо располагать данными не только о возможных "всплесках" или снижениях концентрации метана, но и об их изменениях во времени при одновременном или поочередном осуществлении различных маневров.

В истории горнодобывающей отрасли известны случаи кратковременного выделения больших объемов метана из выработанных пространств и полостей при резком снижении барометрического давления, приведшие к загазированию выработок на длительный срок и трагическим последствиям. В ряде литературных источников предложены способы поддержания постоянного барометрического давления в шахтах для предотвращения опасных загазирования выработок путем изменения депрессии вентилятора главного проветривания за счет введения дополнительных сопротивлений и закручивания струй. Но практически не изучен вопрос влияния скорости изменения вентиляционного давления на газовую обстановку в пределах вмещающих участков и характер протекания во времени переходных газодинамических процессов. Приводимые в литературных источниках объяснения механизма процесса и количественные оценки связи между изменениями вентиляционного давления, расхода воздуха и газовыделением противоречивы. Выполняемые в ходе ликвидации аварий общешахтные и местные реверсирования вентиляционной струи вызывают изменения не только содержания метана, но и вентиляционного давления как при реверсивном направлении, так и

после возвращения к первоначальному направлению. Этот вопрос изучен недостаточно, чтобы служить основанием для определения параметров способов управления вентиляцией при пожарах на выемочных участках, а также для выполнения прогноза газовой обстановки в зоне ведения горноспасательных работ после осуществления вентиляционных маневров.

На газовую обстановку при изменении режима проветривания как положительное, так и отрицательное влияние может оказывать аэродинамическая связь выработанного пространства аварийного участка с ранее отработанными горизонтами или дневной поверхностью. В действующих нормативных документах не содержатся данные об аэродинамических характеристиках выработанных пространств, что затрудняет правильный выбор параметров вентиляционных маневров для отведения метана из зоны возможного распространения пожара. При пожаре в выработанном пространстве безопасность по газовому фактору работающих отделений определяется не концентрацией метана в исходящей струе аварийного участка, а концентрацией в зонах возможного распространения пожара вглубь выработанного пространства. Существующий подход к обеспечению взрывобезопасных условий не учитывает этот фактор.

В практике тушения пожаров известны случаи, когда неправильные действия по управлению дегазацией на аварийном участке, а также по ее отключению приводили к осложнениям развития аварии, увеличению коэффициента ее тяжести.

Выполнением анализом изученности отдельных вопросов рассматриваемой проблемы установлено, что в теоретическом обосновании последствий изменения режима проветривания имеется ряд пробелов, например, не учитывается влияние допущения или снижения вентиляционного давления, а также совмест-

ное влияние изменения расхода воздуха и вентиляционного давления.

В работе поставлены следующие задачи исследований:

- провести теоретические исследования влияния вентиляционных маневров на метановыделение из выработанного пространства в пределах вмещающего участка с учетом изменений как расхода, так и давления воздуха;

- установить зависимости изменения концентрации метана в вентиляционных выработках вмещающих участков, учитывающие аэродинамические свойства выработанного пространства и параметры изменения режима их проветривания при аварии;

- провести экспериментальные исследования в шахтах для определения аэродинамических характеристик выработанного пространства и влияния на газовую обстановку глубокого регулирования расхода воздуха и вентиляционного давления на вмещающем участке;

- разработать методику текущего прогноза газовой обстановки при пожаре на вмещающем участке;

- установить условия, при которых с помощью средств дегазации обеспечивается взрывобезопасная концентрация метана в зоне развития пожара в выработанном пространстве и допустимая концентрация в зоне ведения горноспасательных работ.

В основе физической модели поступления метана из подработанного массива в выработанное пространство положен процесс газообмена между его застойной и активно проветриваемой зонами. Принято, что газообмен вызывается градиентами концентраций метана и давлений воздуха в этих зонах. Увеличение расхода воздуха на участке приводит к росту его утечек через выработанное пространство и снижению концентраций метана в них, что вызывает увеличение градиента концентраций

между активно проветриваемой и застойной зонами. Математическая модель такого процесса газообмена при регулировании расхода воздуха описывается системой уравнений

$$\begin{cases} V_1 \frac{dc}{dt} = (c_0 - c) Q_{вр} - (\bar{c} - c) q \\ V_2 \frac{d\bar{c}}{dt} = 100 I_{га} + (c - \bar{c}) q, \end{cases} \quad (1)$$

где V_1 и V_2 - объемы свободного пространства в активно проветриваемой и застойной зонах соответственно, м³;

c и \bar{c} - концентрации метана в активной и застойной зонах соответственно, %;

c_0 - концентрация метана в поступающей на аварийный участок струе воздуха, %;

$Q_{вр}$ - утечки воздуха через выработанное пространство после изменения режима проветривания, м³/мин;

q - часть утечек воздуха, проникающих в застойную зону, м³/мин;

$I_{га}$ - газовыделение в застойную зону из близких пластов, м³/мин;

t - время с момента изменения режима проветривания, мин.

Начальные условия для системы (1)

$$\begin{cases} c(0) = c_0 + 100 I_{га} / Q_{вр1} \\ \bar{c}(0) = c_0 + 100 I_{га} / (1/Q_{вр1} + 1/q_1), \end{cases} \quad (2)$$

где $Q_{вр1}$ - утечки воздуха через выработанное пространство до изменения режима проветривания, м³/мин;

q_1 - часть утечек воздуха, проникающая в застой-

ную зону до изменения режима проветривания,
м³/мин.

Решение системы уравнений (1) с начальными условиями (2) для расчета концентрации метана в утечках воздуха приведено к виду

$$C(t) = C_2 - \frac{C_2 - C_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (\lambda_2 e^{\lambda_1 t} - \lambda_1 e^{\lambda_2 t}), \quad (3)$$

где C_1 и C_2 - определяются по первой формуле начального условия (2) при значениях $Q_{ст1}$ и $Q_{ст}$ соответственно;

λ_1 и λ_2 - коэффициенты, определяемые по формуле

$$\lambda_{1,2} = -[1 + n(1 + V_1/V_2) \pm \sqrt{4n + (1 - n(1 + V_1/V_2))^2}] \cdot \frac{Q_{ст}}{2V_1}, \quad (4)$$

где $n = q/Q_{ст}$ - коэффициент газообмена.

Установлено, что при уменьшении расхода воздуха независимо от глубины его регулирования концентрация метана в утечках воздуха длительное время ($t \ll Q_2 \lambda_{1,2}$) остается на первоначальном уровне C_1 .

Наоборот, при увеличении расхода наблюдается "всплеск" концентраций метана в утечках воздуха за счет дополнительно-го поступления метана из застойной зоны

$$\Delta I = (q - q_1) \bar{c} / 100. \quad (5)$$

Установленные закономерности подтверждены результатами 12 экспериментальных исследований на 8 внеочных участках сверхкатегорных шахт с пологим и наклонным залеганием пластов мощностью от 0,65 до 1,35 м. Газовыделение из сближенных угольных пластов составляло 2-17 м³/мин или 30-80 % от общего по участку. Начальный расход воздуха находился в пределах 550-1500 м³/мин, а концентрация метана в исходящей струе

составляла 0,3-1,6 %. Расход воздуха в различных экспериментах изменялся в 2-13 раз путем закорачивания вентиляционных струй и изоляции участков парусными перегородками. При этом вентиляционное давление в пределах участка изменялось незначительно - до 100 Па. Средние относительные отклонения расчетных значений концентрации от измеренных при увеличении расхода воздуха составили от -10 до 12 %, а при уменьшении расхода - от -8 до 11,7 %.

Экспериментально установлено, что наибольшие изменения газовой обстановки происходят в выработке с исходящей струей, в которой в ряде случаев отмечались слоеные скопления метана со взрывоопасной концентрацией. На поступающей струе прирост содержания метана не превышал 0,2-0,7 %, а в лавах отмечалось в некоторых экспериментах повышение концентрации до 3,0 %.

После практически мгновенного уменьшения расхода воздуха концентрация метана в исходящей струе лавы повышалась в течение часа и устанавливалась на новом уровне, а в исходящей струе участка рост концентрации начинался с запаздыванием, примерно равным времени однократного обмена воздуха в объеме вентиляционного штрека (10-40 мин). В последующие 2-6 часов наблюдений газовыделение на участках существенно не изменялось и было меньше первоначального уровня на величину

$$\Delta I = (1 - Q/Q_1) I_{\text{ис}}, \quad (6)$$

что соответствует данным теоретических исследований.

Установлено, что при глубоком регулировании расхода воздуха взрывоопасные скопления метана под кровлей вентиляционного штрека образуются при снижении скорости воздуха менее 0,4 м/с, если концентрация метана в новом режиме превышает 1 %.

При условии, что $V^2 > C$, опасность образования слоевых скоплений метана отсутствует, где V - скорость воздуха в горной выработке, м/с; C - концентрация метана, %.

При восстановлении прежнего режима проветривания участка наблюдались "всплески" концентрации метана до 4-6 % в исходящей струе лавы, которые на выходе из участка были в некоторых случаях значительно меньше. Путем статистической обработки экспериментальных данных определено среднее значение коэффициента газообмена $\kappa \approx 0,7$.

Математическая модель газообмена между активно проветриваемой и застойной зонами выработанного пространства при изменении давления воздуха представлена системой уравнений

$$\begin{cases} \frac{d\bar{a}}{dt} = I_{\text{за}} - I \\ \bar{a} = (\gamma + V_2/(BT))\rho/\rho \\ P - P_0 = R_a I \end{cases} \quad (7)$$

с начальным условием $P(0) = P_0 + R_a I_{\text{за}}$,

где \bar{a} - объем метана в застойной зоне, м³;

I - газовыделение из застойной зоны в активно проветриваемую, м³/мин;

γ - коэффициент пропорциональности между давлением и объемом метана в застойной зоне, кг/Па;

V_2 - объем свободного пространства в застойной зоне, м³;

B - универсальная газовая постоянная, (Па·м³)/(кг·К);

T - абсолютная температура, К;

ρ - давление воздуха в застойной зоне, Па;

ρ - плотность метана, кг/м³;

P_0 и P_a - давление воздуха соответственно до и после его регулирования, Па;

R_a - линейное аэродинамическое сопротивление вы-

работанного пространства, (Па·мин)/м³.

Решением системы уравнений (7) получена расчетная зависимость для газовыделения в зону утечек воздуха из застойной зоны при изменении вентиляционного давления

$$I = I_{\text{от}} - e^{-\varepsilon/(D \cdot R_{\text{ст}})} (P_2 - P_1) / R_{\text{ст}}, \quad (8)$$

где обозначено $D = \delta/\rho + V_2/(\rho B T)$.

Согласно (8) изменение давления приводит к быстрому изменению газовыделения, при этом концентрация метана в исходящей участка устанавливается на новом уровне

$$C_A = C_H (1 - K \Delta P), \quad (9)$$

где K - коэффициент пропорциональности, 1/Па.

$$K = 1/R_{\text{ст}} / (I_{\text{от}} + I_{\text{от}});$$

C_H - концентрация метана на участке до регулирования давления, %.

Для проверки корректности принятой модели и определения достоверности расчетных зависимостей проведены однофакторные эксперименты, при которых изменялось только вентиляционное давление. Отклонения расчетных значений концентрации метана при повышении давления воздуха на 110 - 270 Па и понижении на 100 - 300 Па не превышали соответственно +19 и -7 %.

Рассчитанное по данным экспериментов на шести шахтах линейное аэродинамическое сопротивление выработанного пространства составляло от 100 до 330 (Па·мин)/м³.

Для аварийных условий наиболее эффективное воздействие на газовыделение из выработанного пространства оказывает локальное повышение давления воздуха с помощью вентиляторов местного проветривания в зоне, ограниченной переключками, а также остановка или реверсирование вентиляторов, проветривающих другие выемочные поля, при неизменном режиме работы вентилятора, проветривающего аварийный участок. При тушении

пожаров на шахтах с использованием этих способов удавалось повышать давление на 290 - 600 Па и снижать газовыделение в 1,7 - 2,4 раза.

Выполнение исследования позволили разработать методику прогноза газовой обстановки при выполнении вентиляционных маневров с различной глубиной регулирования в ходе ликвидации аварий.

При пожаре в выработанном пространстве для снижения притока метана в него и предотвращения взрывов необходимо повысить эффективность дегазации до технически достижимого уровня для условий аварийного участка. Взрывобезопасная концентрация метана в зоне возможного распространения пожара вглубь выработанного пространства обеспечивается, если газовыделение из него после усиления дегазации удовлетворяет условию

$$I_{\text{взл}} \leq 0,043 Q_{\text{взр}} / \eta, \quad (10)$$

где $I_{\text{взл}}$ - газовыделение из выработанного пространства при усиленной дегазации, м³/мин;

$Q_{\text{взр}}$ - утечки воздуха через зону выработанного пространства, опасную по распространению пожара (до 50-60 м от лавы), м³/мин;

η - коэффициент, учитывающий долю метановыделения из выработанного пространства в общем по участку.

После вынужденного или самопроизвольного отключения дегазации концентрация метана в исходящей струе участка ($C_{\text{ау}}^t$) повышается во времени (t), достигая максимального значения через промежуток времени t_p , характерный для конкретного выемочного участка,

$$C_{\text{ау}}^t = C_{\text{ау}} + \frac{100 \cdot \Delta I_{\text{дон}}}{Q_{\text{ау}}} \exp[0,23(t - t_p)] \quad (11)$$

при $t \leq t_p > 1$ ч,

где $C_{0г}$ - начальное содержание метана при работающей дегазации, %;

$Q_{0г}$ - расход воздуха после отключения дегазации, м³/мин;

$\Delta I_{доп}$ - прирост газовыделения после отключения дегазации, м³/мин.

Для типичных значений величины и доли газовыделения из выработанного пространства участков с пологим залеганием пластов и эффективности дегазации на рисунке приведены расчетные граничные прямые, отделяющие условия, при которых допускается или запрещается ведение горноспасательных работ при концентрации метана до отключения дегазации 1,0 и 1,3 %.

Дегазационная сеть при ее нахождении в зоне развития пожара является объектом повышенной опасности из-за возможности взрыва и инициирования новых очагов пожара в шахте. Для безопасного управления дегазационной системой при пожаре в шахте к ее оснащению и порядку действий должны предъявляться дополнительные требования. Для возможных схем взаимного расположения дегазационного газопровода и очага пожара в выработках со свежей и исходящей струей воздуха разработаны требования к оснащению газопроводов и правила безопасного отключения дегазации на аварийном участке или в целом по шахте. Эти требования неоднократно учитывались при усилении и отключении дегазации в практике ведения горноспасательных работ.

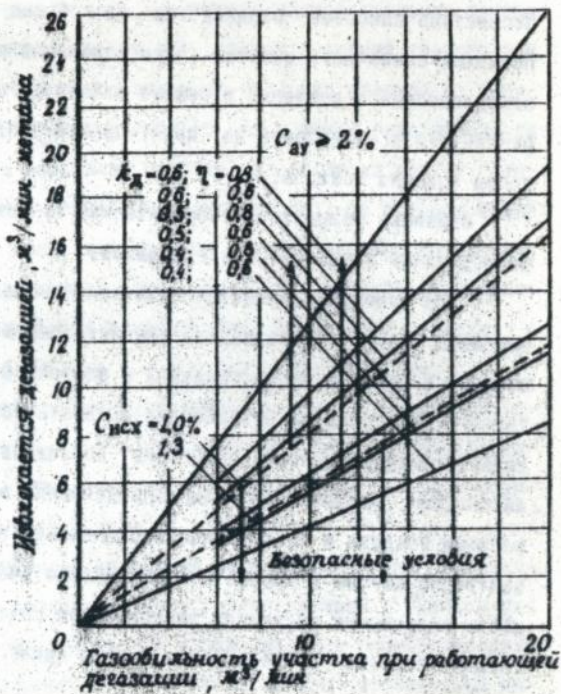


Рисунок. Граничные области опасного загазирования участка при известной его газообильности при работающей дегазации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная научно-техническая задача в области пожарной безопасности газообильных угольных шахт, что позволило дать научное обоснование параметров способов воздействия на объемы газовыделения в пределах вмещающего участка путем изменения расхода воздуха, вентиляционного давления и режима работы дегазации и довести результаты исследований до практической реализации в технологии тушения пожаров.

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований заключаются в следующей.

1. На основании принятой физической модели процесса газообмена за счет градиентов концентраций метана и давления воздуха в активно проветриваемой и застойной зонах выработанного пространства разработана математическая модель переходных газодинамических процессов, позволяющая получить аналитические зависимости для определения влияния изменений расхода воздуха и вентиляционного давления на значения концентраций метана в выработках аварийного участка. Достоверность полученных расчетных зависимостей подтверждена результатами впервые проведенных в шахтах однофакторных экспериментов.

2. Теоретически обоснована и подтверждена экспериментально в шахтных условиях возможность обеспечения в течение расчетного промежутка времени безопасного содержания метана в исходящей струе вмещающего участка или в отдельной его части при помощи вентиляционных маневров, заключающихся в общем или локальном повышении вентиляционного давления и в осуществлении глубокого регулирования расхода воздуха. Выве-

ленные закономерности позволили разработать рекомендаций по предотвращению "всплесков" концентрации метана при изменении режима проветривания аварийного участка.

3. С позиции предотвращения образования, взрывоопасных концентраций метана в зоне возможного распространения пожара в выработанном пространстве установлены значения требуемой эффективности дегазации сближенных угольных пластов в зависимости от доли газовыделения из них в общей газообильности и ее величины на аварийном участке. Для условий шахт с пологими пластами получены расчетные графики, по которым можно определить, при каких показателях газовой обстановки на вмещающем участке до пожара допускается или запрещается ведение горноспасательных работ в выработках аварийного участка с исходящей струей воздуха после отключения дегазации.

4. Разработана методика текущего прогноза газовой обстановки на аварийном участке при изменении режимов проветривания и дегазации, позволяющая своевременно принять меры безопасности при тушении пожара.

5. Уточнены параметры широко применяющихся при ликвидации аварий способов управления газовыделением и тушения пожаров на вмещающих участках с использованием вентиляционных потоков и создаваемого вентиляторами напора для снижения выноса метана из выработанного пространства и подачи пожаротушающих материалов и с применением разработанных специальных устройств и усовершенствованных конструкций быстро возводимых и мобильных изолирующих перемишек.

6. Для типичных ситуаций взаимного расположения очага пожара и дегазационного газопровода с учетом его функционального назначения определены дополнительные требования к оборудованию газопроводов и порядок действий по усилению де-

газации или ее отключению.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Романчук А.Л., Любарский Б.С., Алейникова Г.М., Антощенко Н.И. Экспресс-метод расчета параметров дегазации в аварийных условиях // Сб. научных трудов "Ведение горноспасательных работ и предупреждение аварий". - Донецк: ВНИИГД, 1984. - С. 19 -24.

2. Любарский Б.С. Тушение подземных пожаров, осложненных взрывами метано-воздушных смесей // Проблемы пожарной безопасности, - Киев: МВС України, - 1995. - С. 245-246.

3. Любарский Б.С., Грядущий Б.А., Алейникова Г.М., Перцев А.Ф. Управление дегазационной системой при пожаре в шахте // Уголь Украины, - 1995. - № 7. - С. 32-36.

4. LYUBARSKY B.S. Ukraine. The Particularities of Development and Liquidation of the Fires in the Methane Workings // Proceedings of 26 th International Conference of Safety in Mines Research Institutes /Central Mining Institute. - Katowice, Poland. - Volume 4, Papers presented on September 7, 1995. - P. 1-6.

5. Любарский Б.С., Болбат И.Е., Зинченко И.Н. Прогноз газовой обстановки на аварийном участке при изменении вентиляционного давления и расхода воздуха // Уголь Украины. - 1996. - № 3. - С. 32-34.

6. Романчук А.Л., Алейникова Г.М., Любарский Б.С. и др. Руководство по применению дегазации при ликвидации горения метана в шахтах // М: ВУ ВГСЧ, - 1983. - 101 с.

7. Болбат И.Е., Бржевский Е.И., Грядущий Б.А., Любарский Б.С. и др. Рекомендации по выбору эффективных режимов проветривания шахт при авариях // Донецк: НИИГД, - 1995. - 168 с.

8.А.с. 1657651 МКИ Е 21 Е 5/00 Самоходная шахтная перемичка. Оpubл. 23.06.91. Бвл. N 23.

9.А.с. 1682591 МКИ Е 21 Е 5/00 Способ локализации и тушения подземных пожаров. Оpubл. 07.10.91. Бвл. N 37.

10.А.с. 1682597 МКИ Е 21 Е 5/00 Способ тушения пожара в горной выработке. Оpubл.07.10.91. Бвл. N 37.

11.А.с. 1737133 МКИ Е 21 F 5/00 Устройство для тушения пожара в горных выработках. Оpubл. 20.05.92. Бвл. N 20.

12.А.с. 1760130 МКИ Е 21 Е 1/14 Шахтная надувная перемичка. Оpubл. 07.09.92. Бвл. N 33.

АНОТАЦІЯ

ЛОБАРСЬКИЙ В. С. Управління газовиділенням засобами вентиляції і дегазації при пожежах на видобувних дільницях. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.26.02. "Пожежна безпека в галузі технічних наук". Державний Макіївський науково-дослідний інститут по безпеці робіт в гірничій промисловості, Макіївка - Донбас, 1996.

Більше розглянуто механізм протікання перехідних газо-динамічних процесів як наслідок одночасного впливу змін розходу повітря і вентиляційного тиску на газонасичений відпрацьований простір. Отримані аналітичні залежності концентрації метану в виробках від вищезгаданих впливів, які підтверджені результатами експериментів в шахтах і використані в методиці прогнозу газової обстановки на аварійній дільниці. Методика пройшла широку апробацію при проведенні гірничорятувальних робіт.

Встановлені закономірності формування сплесків концентрацій метану при глибокому регулюванні розходу повітря і вентиляційного тиску на дільницях, аеродинамічно зв'язаних і незв'язаних з раніше відпрацьованими горизонтами, і розроблені способи управління цим процесом.

Визначені умови, при яких за допомогою засобів дегазації забезпечуються вибухобезпечна концентрація метану в зоні можливого розповсюдження пожежі в відпрацьованому просторі, а також допустимий вміст метану в струмені, що виходить з аварійної дільниці при проведенні аварійно-рятувальних робіт.

Ключові слова: вугільні шахти, пожежа, вміст метану, управління газовиділенням, розхід повітря, вентиляційний тиск, перемички, дегазаційна система, гірничорятувальні роботи, засоби безпеки.

A N N O T A T I O N

LYUBARSKY B.S. Control by gas-apportionment by means of the cures of ventilation and decontamination in the time of fires on the taking-out sections. Competition of candidate dissertation of technical sciences - speciality 05.26.02 "Fire safety in the domain of technical sciences" Scientific-research institute of works security in the mining industry, Makeevka-Donbass, 1996.

First was examined the mechanism of passing of gas-dynamic processes so effect of simultaneous reaction of air expenditure and upcast pressure for gas-saturated space. Obtained analytic dependencies of methane concentration in the workings by indicated reactions, were confirmed with outcomes of experiments in the mines and were used up in the method of prognosis of gas-background on the emergency site, overpassed the large approbation in the time of prosecution of mining-rescue works.

Determined legitimacies of formation of fashes of methane concentration at the deep regulation of air expenditure and upcast pressure on the sites aerodynamic down up and do not down up with earlier waste horizons and developed the method of control by these processes.

Defined conditions at which with help of means decontamination is insured no explosive the methane concentration in the zone of fire possible diffusion in the working space and also permissible maintenance of methane in the outgoing jet of the emergency site in the time of prosecution of mining-rescue works.

AB 34.307