

№ 07
2009

На правах рукописи

СМИРНОВ Олег Владимирович

УДК 622.831.325.3(043.3)

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ
ЭФФЕКТИВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ
ДЕГАЗАЦИИ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ**

Специальность 05.26.04 — «Промышленная безопасность»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1997

Работа выполнена в Московском государственном горном университете.

Научный руководитель

докт. техн. наук, проф. СЛАСТУНОВ С. В.

Официальные оппоненты:

докт. техн. наук, проф. СЕРГЕЕВ И. В.,

канд. техн. наук ДИКОЛЕНКО Е. Я.

Ведущее предприятие — ИПКОН РАН.

Защита диссертации состоится 30 октября 1997 г. в 11.00 час. на заседании диссертационного совета К-053.12.02 в Московском государственном горном университете по адресу: 117935, В-49, Ленинский проспект, 6.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 30 сентября 1997 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

канд. техн. наук, доц. КОРОЛЕВА В. Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Углубление и интенсификация горных работ - объективные факторы перспективного развития угольной отрасли вне зависимости от экономических форм ее функционирования. Указанные факторы сопровождаются ростом газообильности шахт, что приводит к повышению затрат, снижению производительности труда, недоиспользованию основных производственных фондов. Неблагоприятный характер носит динамика травматизма от взрывов газа и пыли, при удушьях и отравлениях. Продолжают иметь место крупные взрывы метана, влекущие за собой тяжелейшие социальные и экономические последствия. В этих условиях особую значимость приобретает разработка обоснованных подходов к решению проблем борьбы с газом на выемочных участках шахтных полей как средство повышения производительности труда и безопасности работ в угольных шахтах. Вопросы борьбы с газом имеют важное значение для Донецкого угольного бассейна - одного из ведущих в СНГ, большинство шахт которого отнесены к сверхкатегорным, а газообильность некоторых из них превышает $100 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Вентиляция и дегазация как два способа, направленных на достижение одной цели - удаления газа из горных выработок шахты, должны рассматриваться в качестве единой системы. Этим предопределяется постановка задачи о выборе оптимальных параметров системы "вентиляция-дегазация", которые дают наибольший общий эффект при удалении газа из шахты и осуществимы с наименьшими инженерно-техническими усилиями и затратами.

В зависимости от горнотехнических условий и эффективности вентиляции на шахтах Донбасса применяются различные способы дегазации, в том числе и через скважины, пробуренные с дневной поверхности. Последние схемы могут применяться в вариантах с различной степенью технологической

сложности - от извлечения газа из куполов обрушения до применения активных пневмогидродинамических и других воздействий на всю свиту угольных пластов.

Базовой технологией с использованием активного воздействия на угленосный массив является гидрорасчленение угольных пластов. Этот способ в различных своих модификациях прошел достаточно широкую апробацию на многих шахтах Донбасса. Определение его области применения в качестве одного из основных и трудоемких компонентов единой системы "вентиляция-дегазация", исследование возможности совершенствования в специфических условиях Донецкого бассейна при предварительной дегазации шахтных полей является актуальной научной и практической задачей.

Цель работы. Определение достоверной области применения различных схем дегазации на базе комплексного исследования единой системы "вентиляция-дегазация" и установление возможности углубления предварительной дегазации угольных пластов путем совершенствования технологической схемы пневмогидровоздействия на рабочий пласт.

Основная идея работы заключается в использовании при совершенствовании применяемых схем активной дегазации механизма взаимодействия жидкости и воздуха в системе "уголь - жидкость - газ" для реализации эффекта снижения газовыделения в горные выработки за счет совместного действия ряда факторов - извлечения метана на поверхность, оттеснения его в горные выработки и блокирования в мельчайших порах и трещинах.

Основные научные положения, разработанные лично соискателем, и их новизна:

- вентиляция и дегазация как два способа борьбы с газом в угольных шахтах должны рассматриваться в качестве единой системы, имеющей свои оптимальные параметры;

- способ охраны вентиляционной выработки может оказывать влияние на формирование газового режима в лаве, трансформируя при этом одни схемы проветривания выемочных участков в другие, при выборе способа охраны вентиляционных выработок выемочных участков необходимо учитывать наряду с его способностью сохранять выработку в удовлетворительном состоянии еще и его влияние на аэрогазодинамику участка;
- усовершенствованная технология пневмогидровоздействия на угольный пласт через скважины с поверхности может являться эффективным способом снижения газообильности горных выработок в условиях предварительной дегазации выемочного участка;
- усовершенствованная технология пневмогидровоздействия на высокогазоносный угольный пласт заключается в предварительном его гидрорасчленении минимально возможным объемом воды и последующем циклическом пневмогидровоздействии с нарастающим темпом нагнетания воздуха и объемом, обеспечивающим заполнение всего фильтрующего объема рабочего пласта в зоне предварительной дегазации;
- снижение газообильности горных выработок в условиях предварительной дегазации угленосного массива достигается за счет совместного воздействия следующих факторов: извлечения метана на поверхность, оттеснения метана в горные выработки, разбавления его в фильтрующем объеме и частичном блокировании угольного метана в мельчайших порах и трещинах пласта.

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждаются:

- анализом технических материалов и литературных источников по известным способам борьбы с газом в угольных шахтах;
- корректным использованием методов подземной гидравлики для разработки усовершенствованного способа предварительной дегазации угленосного массива;

- представительностью выборки экспериментальных данных по изучению состояния пласта и корректной обработкой результатов с помощью математической статистики;
- снижением газообильности очистного забоя на 70-75% при использовании расчетных параметров воздействия и положительным опытом эксплуатации скважин пневмогидровоздействия.

Научное значение работы заключается в разработке методических подходов к расчету оптимальных параметров функционирования единой системы "вентиляция-дегазация", позволяющей обоснованно определять область применения способов дегазации, и методики определения основных параметров пневмогидровоздействия на угольные пласты в условиях их предварительной дегазации, базирующейся на механизме снижения газообильности горных выработок.

Практическое значение работы состоит в разработке способа управления газовыделением на выемочном участке путем трансформации схем проветривания с использованием вентиляционных каналов в охранных целиках угля или бутовых полосах и усовершенствовании технологии предварительной дегазации шахтных полей путем пневмогидровоздействия на пласт с поверхности.

Реализация выводов и рекомендаций.

Результаты выполненных исследований вошли в "Программу и методику шахтных испытаний технологии заблаговременной дегазации угленосной толщи путем пневмогидровоздействия через скважины с поверхности", утвержденную Минуглепромом СССР (Москва - Макеевка - Караганда, 1991), разработанные, согласованные и утвержденные в установленном порядке проекты на заблаговременную и предварительную дегазацию угленосного массива через скважины с поверхности на шахтах "Комсомолец Донбасса" (1986), "Зуевская" ПО Октябрьуголь" (1987, 1989), "Комсомольская" АО "Воркутауголь" (1995).

Апробация работы. Основные положения диссертации и результаты исследований вошли в состав научно-исследовательских отчетов по НИР, выполненных согласно ОНП Минуглепрома СССР в 1989 -1990 гг., ход договоров с ПО "Шахтерскуголь", ПО "Октябрьуголь"; шахтами "Зуевская", "Кировская" и "Комсомолец Донбасса".

Результаты, изложенные в диссертации, докладывались на Всесоюзной конференции "Теория и практика гидроразрыва пластов" (Ленинград,1987), научном симпозиуме "Неделя горняка" (МГУ,1997), на научных семинарах и совещаниях: в Главном управлении техники безопасности, горноспасательных частей и охраны труда Минуглепрома СССР (1991); управлении охраны труда, чрезвычайных ситуаций и экологии АО "Росуголь" (1996), на кафедрах "Инженерная защита окружающей среды" и "Аэрология и охрана труда" МГУ (1996-1997 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 научных работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, содержит 20 таблиц, 18 рисунков и список литературы из 93 наименований.

Автор выражает признательность за методическое руководство, научные консультации, участие в подготовке и проведении трудоемких шахтных экспериментов докт.техн.наук, проф. Ф.С.Клебанову, канд.техн.наук, в.н.с. А.И.Буханцову, канд.техн.наук А.В.Михайлову, преподавателям и сотрудникам кафедр АОГ и ИЗОС МГУ, сотрудникам отдела дегазации МакНИИ, работникам ПО "Шахтерскуголь" и ПО "Октябрьуголь".

Основное содержание работы

Основоположником научной школы рудничной аэрологии и борьбы с опасными газовыми и пылевыми режимами является выдающийся русский ученый акад. А.А.Скочинский. Широко известны работы ученых и

специалистов горного производства как в России, так и за рубежом, направленные на разработку эффективных способов и средств борьбы с метаном в угольных шахтах (Н.Н.Черницын, И.М.Печук, Л.Н.Быков, В.Н.Воронин, Г.Д.Лидин, О.Н.Чернов, И.В.Сергеев, Е.И.Преображенская, А.Т.Айруни, А.Э.Петросян, А.В.Артемов, К.З.Ушаков, Ф.С.Клебанов, Л.А.Пучков, В.И.Мурашов, И.И.Медведев, Б.Ф.Кирип, А.М.Морев, А.И.Бобров и многие другие).

Вместе с тем вследствие увеличения глубины горных работ и изменения природных условий, а также технологии ведения работ возможности вентиляции, имеющей преобладающее значение в борьбе с газом в шахтах, имеют свои ограничения. Анализ возможных путей интенсификации горных работ на высокогазоносных пластах показал, что в ряде горно-геологических и горнотехнических условий наиболее эффективным при современном развитии технологии работ и горнодобывающей техники является дегазация угленосного массива.

Для разработки эффективных направлений борьбы с газом путем совершенствования способов и схем вентиляции и дегазации в настоящей работе решались следующие задачи:

- разработка методики выбора оптимальных параметров системы "вентиляция - дегазация" для эффективного решения газовой проблемы в конкретных условиях;
- разработка конкретных технологических решений по управлению газовыделением на выемочном участке при выборе способа охраны вентиляционной выработки, оказывающего влияние на формирование газового режима в лаве;
- определение обоснованной области применения способа дегазации угленосного массива путем пневмогидровоздействия на угольный пласт;
- разработка усовершенствованной технологии пневмогидровоздействия на угольный пласт в условиях предварительной дегазации;

- исследование механизма снижения газовыделения в горные выработки в зонах пневмогидровоздействия;
- оценка эффективности усовершенствованной технологии пневмогидровоздействия на угольный пласт в шахтных условиях.

Величиной, наиболее полно характеризующей состояние (качество) системы "вентиляция-дегазация", является обеспеченность шахты воздухом по газу (ω). Она определяется отношением количества газа, которое может вывести вентиляционная струя из "газовых" объектов при соблюдении всех требований ПБ ($I_{\text{дон}}$), к фактическому дебиту газа в вентиляционную струю шахты (I_a):

$$\omega = \frac{I_{\text{дон}}}{I_a} = \frac{Q_{\text{ш}} \cdot n_p \cdot C_{\text{дон}}}{I_{\text{ш}} (1 - K_o)}, \quad (1)$$

где - $Q_{\text{ш}}$ - количество воздуха, поступающего в шахту; n_p - доля воздуха, идущего на проветривание "газовых" объектов ; $C_{\text{дон}}$ - нормируемая концентрация метана; $I_{\text{ш}}$ - абсолютное газовыделение в шахте; K_o - коэффициент эффективности дегазации шахты.

Проведенные в работе исследования показали, что относительное приращение обеспеченности шахты воздухом по газу при изменении параметров вентиляции может определяться по следующей формуле:

$$\delta\omega_a = \delta\omega_o + \delta n_p + \delta Q_{\text{ш}} \cdot \delta n_p, \quad (2)$$

где $\delta\omega_o$ - относительное приращение обеспеченности шахты воздухом по газу при изменении параметров дегазации ,

$$\delta\omega_o = \frac{(K_{o2} - K_{o1})}{(1 - K_{o2})} \quad (3)$$

Применение формул (2) и (3) на практике не вызывает особых затруднений. Однако при изменении отрицательным регулированием доли

воздуха, идущего на проветривание "газовых" объектов, следует обратить внимание на то, что при положительном значении относительного приращения расхода воздуха в газовых объектах ($\delta n_i > 0$) может происходить снижение обеспеченности воздухом шахты в целом ($\delta n_i < 0$) из-за увеличения аэродинамического сопротивления всей шахты, т.е. возможен вариант, когда повышения обеспеченности шахты воздухом по газу не произойдет.

В соответствии с формулой (2) относительное приращение обеспеченности шахты воздухом по газу за счет увеличения $Q_{ш}$ или n_i является существенным для состояния газовентиляционного режима, так как приводит к равному ему приращению обеспеченности шахты воздухом по газу.

В то же время из формулы (3) видно, что относительное приращение обеспеченности шахты воздухом по газу при изменении параметров дегазации не столь существенно: так, при $\delta K_d = 1,7$ (повышение коэффициента эффективности дегазации шахты с 15 до 40 %) относительное приращение обеспеченности шахты воздухом по газу составит всего 0,4.

Анализ применения разработанной методики для оценки системы "вентиляция-дегазация" на действующих шахтах Донбасса приводит к следующим основным выводам:

1. Вентиляция имеет преобладающее значение в борьбе с газом в шахтах. Это выражается в том, что ее доля в удалении газа из шахты редко бывает менее 70-75% даже при самом усиленном применении дегазации.
2. Дегазация должна применяться в строго обоснованных условиях, когда газовую проблему не представляется возможным решить совершенствованием вентиляции.

Возможности управления газовыделением на выемочном участке путем совершенствования схем вентиляции исследовались на шахте "Комсомолец Донбасса" ПО "Октябрьуголь". Из всего многообразия схем проветривания выемочных участков на шахте "Комсомолец Донбасса" преимущественно

используется прямоточная схема проветривания участка с подсвежением и выдачей исходящей воздушной струи из лавы в сторону выработанного пространства (рис.1). При отработке выемочных участков применялись разные способы охраны вентиляционных выработок: во 2-й южной лаве бутовой полосой шириной 3-6 м, а в 9-й "бис" северной лаве - целиками угля шириной 2-8 м. При этом значения газовыделения из выработанного пространства лав различались в полтора раза.

Одной из причин этого различия является перераспределение газа, выделившегося в пределах выемочного участка, в связи с изменением путей движения утечек воздуха из-за разных способов охраны вентиляционных выработок (см. рис.1). При первом способе охраны, как показали выполненные замеры, утечки воздуха направлялись из лавы в выработанное пространство, унося с собой некоторое количество газа из лавы, а при втором способе часть утечек воздуха с газом (до 50%) направлялась из выработанного пространства в лаву.

Таким образом, можно вполне определенно отметить, что схема проветривания выемочного участка 9-й "бис" северной лавы пласта l_7 из прямоточной схемы с подсвежением и выпуском исходящей воздушной струи на выработанное пространство трансформируется в прямоточную с подсвежением и выпуском исходящей струи на целик угля с присущим этой схеме выносом части газа из выработанного пространства в лаву.

Глубину трансформации схемы K_{mp} можно определить по формуле:

$$K_{mp} = \frac{(Q_{л.к} - Q_{л.н})}{(Q_y - Q_{л.н})}, \quad (4)$$

где $Q_{л.к}$, $Q_{л.н}$, Q_y - расход воздуха в исходящей из лавы ("конец" лавы), входящей в лаву ("начало" лавы) и подаваемой на участок вентиляционных струях, м³/мин.

Схемы проветривания выемочных участков с охраной вентиляционной выработки бутовой полосой (а) и целиками угля (б); 1-5, 2' и 4' - пункты измерения расходов воздуха и концентрации метана

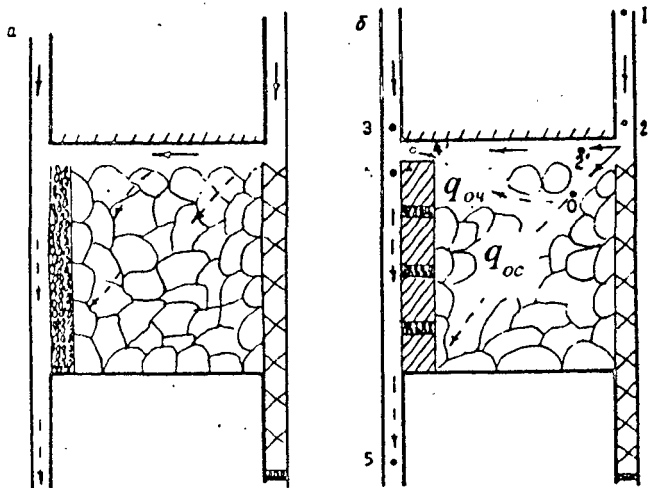


Рис. 1

Величина $K_{тр}$ определяет ту часть утечек воздуха из воздухоподающей выработки в выработанное пространство, которая возвращается в лаву или удаляется из нее. При положительных значениях коэффициента трансформации $K_{тр}$ утечки направлены из выработанного пространства в лаву, а при отрицательных - наоборот. Численные значения коэффициента трансформации $K_{тр}$ могут изменяться в широком диапазоне. Опыт работы в горнотехнических условиях шахты показывает, что при использовании таких

схем проветривания лучшие результаты, обеспечивающие устойчивое и эффективное проветривание очистных забоев, достигаются при значениях K_{mp} в пределах от -0,1 до -0,5. При $K_{mp} < (-0,5)$ необходимо принимать меры, способствующие изоляции выработанного пространства, а при $K_{mp} > 0$ изыскивать возможность направления утечек воздуха из лавы в выработанное пространство, например, оставляя окна (вентиляционные каналы) в целиках угля или бутовых полосах.

При исследовании аэрогазодинамики ранее отработанных по пласту l_7 выемочных участков 9-й "бис" северной лавы, 13-й северной лавы, 2-й северной лавы и 3-й южной лавы, проветриваемых по трансформируемым схемам, установлено, что основная часть (до 95%) утечек воздуха через выработанное пространство уходит в "начале" лавы (участок в 5-10 м от "окна"), где отсутствует механизированная крепь. Часть утечек $q_{оч}$ (см. рис.1) возвращается в лаву, принося с собой долю газа из выработанного пространства, а другая часть $q_{ос}$ направляется в вентиляционную выработку. С учетом изложенного составляющие газового баланса трансформируемых схем вентиляции могут определяться по формулам:

$$I_{л}^{mp} = 0,01 [q_{л.к} C_{л.к} - q_{л.н} C_y - (q_y - q_{л.н}) (C_y + C_{в.л}) K_{mp}] \quad (5)$$

$$I_{в.л}^{mp} = 0,01 (q_y - q_{л.н}) C_{в.л} \quad (6)$$

где $I_{л}^{mp}$, $I_{в.л}^{mp}$ - газовыделение из лавы и выработанного пространства,

$C_{л.к}$ - содержание метана в исходящей струе воздуха лавы, %;

C_y - содержание метана в подаваемой на участок струе воздуха, %;

$C_{\text{в.л}}$ - содержание метана в атмосфере выработанного пространства, %.

Газовый баланс выемочных участков определялся по известной, ранее применявшейся методике, приведенной в диссертационной работе. Было выполнено сопоставление этих результатов с результатами, полученными по предлагаемому формулам (5) и (6). В первом случае данные о газовой выделении из выработанного пространства в 2,1 раза занижены, а данные о газовой выделении из лавы в 1,8 раза завышены, в то время как данные, рассчитанные по формулам (5) и (6), близки к фактическим.

Искажение истинной структуры газового баланса выемочного участка, происходящее из-за трансформации схемы проветривания, приводит к неправильному выбору источника дегазации. Так, в указанном примере в соответствии с полученной структурой газового баланса выемочного участка в лаве осуществляли дегазацию пласта, в то время как истинная структура газового баланса требовала дегазации пластов-спутников. В случае, если не учитывается доля газа, выносимого с утечками воздуха из лавы в выработанное пространство (в нетрансформируемых схемах), вместо дегазации выработанного пространства может осуществляться дегазация пластов-спутников.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

способ охраны вентиляционной выработки оказывает влияние на формирование газового режима в лаве, трансформируя при этом одни схемы проветривания выемочных участков в другие ;

при выборе способа охраны вентиляционных выработок выемочных участков нужно учитывать не только его способность сохранять выработку в удовлетворительном состоянии, но и его влияние на аэродинамику выемочного участка. Этот вывод особенно актуален для газообильных шахт, работающих на большой глубине, где для охраны вентиляционных выработок предусматриваются буловые (фосфогипсовые) полосы, которые могут существенно осложнить управление газовой выделением.

Исследование системы "вентиляция-дегазация" в целом на шахте "Комсомолец Донбасса" с доказанной возможностью эффективного управления газовыделением на выемочном участке при прямоточной схеме проветривания с помощью совершенствования вентиляции показывает, что для полного снятия ограничений на производительность добычных работ в этих условиях может быть применена пассивная схема дегазации угленосного массива с использованием вертикальных скважин с поверхности в купола обрушения без активного воздействия на рабочий пласт с эффективностью на уровне 20-25%, что и было реализовано на практике.

Однако аналогичный анализ системы "вентиляция-дегазация" на следующем объекте испытаний - ш/у "Зуевское" ПО "Шахтерс голь", где применялась возвратноточная схема проветривания выемочного участка 9-ой восточной лавы, показал, что в этих горнотехнических условиях необходимо применять способ дегазации, обеспечивающий эффективность не менее 50-60%, т.к. в этих условиях исследованные ранее пути совершенствования схемы вентиляции не могут быть применены.

Для этих условий решался вопрос разработки эффективной схемы дегазации угленосной толщи с использованием усовершенствованной технологии пневмогидровоздействия на рабочий пласт через скважины с поверхности.

В начале 60-х гг. Н.В.Ножкиным был разработан и впервые испытан способ заблаговременной дегазации угленосной толщи скважинами с поверхности с повышением газопроницаемости и газоотдачи угольных пластов путем гидрорасчленения, в последующие годы нашедший применение в Донецком и Карагандинском бассейнах. В совершенствование технологии заблаговременной дегазации и масштабных шахтных испытаний способа большой вклад внесли Ю.Ф.Васючков, С.А.Ярунин, А.С.Бурчаков, В.А.Громов, А.И.Буханцов, И.А.Швец, Ш.У.Ахметбеков, Н.Х.Шарипов и многие другие.

Базовая технология гидрорасчленения имеет ряд недостатков, существенно проявляющихся в ряде горно-геологических и горнотехнических условий. Так, нагнетаемая вода, закрывая поры и трещины, снижает фазовую проницаемость пласта для газа. Процесс откачки жидкости из фильтрующих пор и трещин пласта после гидрорасчленения длителен и трудоемок. Переувлажнение пород кровли и почвы, склонных к размоканию, может создать дополнительные трудности при отработке пласта. Указанного недостатка лишен другой возможный базовый способ - пневморасчленение угольных пластов, однако он также имеет свои ограничения по области применения. Н.В.Ножкин, С.В.Сластунов (1979), оценив достоинства и недостатки каждого из способов, предложили и апробировали комбинированную технологию пневмогидровоздействия (ПГВ) через скважины с поверхности. Этот способ включает в себя начальное гидрорасчленение пласта в полном или ограниченном объеме и дальнейшее нагнетание воздуха в угольный пласт в различных режимах с возможностью применения дополнительных интенсифицирующих воздействий.

В работе проанализированы аналитические предпосылки и известные теоретические исследования характера движения жидких и газообразных рабочих агентов в общем случае в каналах, а также в трещиновато-пористом пласте (С.С.Кутателадзе, В.А.Шваб, Н.Н.Константинов, Н.В.Ножкин, Ю.Ф.Васючков, С.А.Ярунин, О.И.Чернов и др.), что позволило разработать механизм пневмогидровоздействия на высокогазоносный угольный пласт и обосновать основные параметры при применении способа в условиях предварительной дегазации.

Разработана усовершенствованная технология ПГВ, предусматривающая следующее:

1. Предварительное гидрорасчленение пласта с минимальным объемом закачки воды. Контроль за процессом ведется по индикаторной зависимости давления

от темпа нагнетания воды, и закачка прекращается сразу же при нарушении линейного характера указанной зависимости.

2. Общий объем рабочего агента "вода-воздух" определяется по условию заполнения всего фильтрующего объема в зоне обработки и корректируется по результатам водогазопроявлений в подготовительные выработки.
3. Темп нагнетания воды должен обеспечивать раскрытие трещин в заданном радиусе.
4. Радиус воздействия составляет половину длины очистного забоя.
5. Воздух нагнетается циклически с возрастающим темпом нагнетания от цикла к циклу.
6. Поочередное нагнетание воды и воздуха осуществляется непрерывно без выпуска их из скважины.
7. Выдержка рабочего агента в пласте осуществляется до падения давления до величины, превышающей в 1,2-1,4 раза пластовое давление в зоне обработки.

Усовершенствованная технология была использована при разработке и реализации проекта на дегазацию пласта К, в зоне 9-ой восточной лавы ш/у "Зуевская". Мощность пласта на экспериментальном участке 0,95-1,1 м, глубина залегания 430-450 м. Система разработки - сплошная с выемкой угля по простиранию. Длина лавы 210-220 м. Проветривание - по возвратноточной схеме. Природная газоносность пласта 19,9 м³/т. Структура газовыделения в горные выработки (м³/т): из рабочего пласта - 10,8, из сближенных пластов - 9,7, из боковых пород - 2,1.

Особенностями испытанной в условиях скв. № 212 ш/у "Зуевское" технологической схемы ПГВ являлись незначительные объемы жидкости и большие объемы воздуха, что делало влияние влагонасыщенности пласта на его газопроницаемость несущественным. Кроме того, обеспечивалось сохранение устойчивости размокающих вмещающих пород путем насыщения фильтрующего объема пласта в основном воздухом (по объему до 90 % и более).

Общий объем воздуха определялся по условиям заполнения всего фильтрующего объема обрабатываемой зоны пласта. Нагнетание воздуха после гидрорасчленения производилось в три последовательных цикла. После последнего цикла скважина закрывалась и воздух выдерживался в пласте в течение времени, необходимого для снижения давления в скважине до проектной величины, что важно для реализации энергии закачанного воздуха на проникновение в более мелкие поры и трещины пласта. Последние соединяются в единую газоотводящую систему и производится частичное пневмооттеснение рабочей жидкости гидрорасчленения из зоны обработки.

После завершения процесса ПГВ скв. №212 была открыта и осуществлен выпуск газозвушной смеси в режиме самоистечения с последующим вакуумированием.

В процессе освоения скважины производились замеры дебита и концентрации газозвушной смеси, температуры и химического состава газовой смеси. Основные показатели ПГВ через скв. №212 в пласт К, приведены в таблице.

Основные показатели ПГВ

Стадия работы	Циклы	Давление на устье скважины, МПа		Темп нагнетания рабочего агента, м ³ /с	Объем закачки рабочего агента, м ³	Время закачки, 10 ³ с
		Рабочее	Максимальное			
Нагнетание воды	1	17,2	25,0	0,027-0,04	110	5,64
Нагнетание воздуха	1	6,8	8,6	0,15	32600	601,3
	2	7,7	9,0	0,15	26100	
	3	6,4	7,6	0,3	31300	

По окончании закачки воздуха скважина была закрыта на 14 суток, после чего началось ее освоение эрлифтом. Из 110 м³ воды, закачанной в пласт, извлечено было около 10%. Всего за 199 суток было извлечено 67,5 тыс м³ метана, детазировано 34,9 тыс т угля. Дебит газовой смеси составлял около 0,4 м³/мин с концентрацией метана 60%. Объем извлеченного метана был ограничен непродолжительным периодом эксплуатации скважины до ее попработки.

Изменение газовыделения в горные выработки на ваемочном участке в зоне скв. №212 сравнивалось с газовыделением в исходной зоне с пассивной детазацией без обработки рабочего пласта Кз. В исходной зоне метановыделение в горные выработки участка в среднем составляло 13,0 м³/мин. В зоне ПЗВ метановыделение составило 3,2 м³/мин, т.е. абсолютная метанообильность выработок участка была снижена на 75%. Относительная газообильность - соответственно на 77% (с 54,4 м³/т с.д. до 12,2 м³/т с.д.).

Была проведена цикл исследований по установлению механизма снижения газовыделения в горные выработки в зоне ПЗВ. Исследования включали в себя проведение газовых съемок в процессе ПЗВ непосредственно в близлежащем откачном шпуре, находящемся в 140 м от нагнетательной скважины, с целью оценки оттесняемого в нее метана из зоны воздействия. По мере продвижения горных выработок в зонах сравнения и в зоне ПЗВ по известной методике периодически отбирались пробы для определения влажности угля и величины остаточной газоносности. Кроме этого, отбирались пробы газа при бурении шпуров с глубины 3,5 м. Изменение влажности угля и остаточной газоносности по зоне ПЗВ приведено на рис. 2,3. Полученные результаты подтвердили вывод аналитических исследований о частичном оттеснении рабочей жидкости воздухом в процессе ПЗВ (зона 1) и блокировании части метана в мелчайших порах и трещинах пласта (зона 2). В результате проведенных исследований в зоне скв. №212 механизм снижения газовыделения в горные выработки в зонах ПЗВ при ограниченном времени на извлечение метана на поверхности и

Изменение влажности в зоне ПТВ

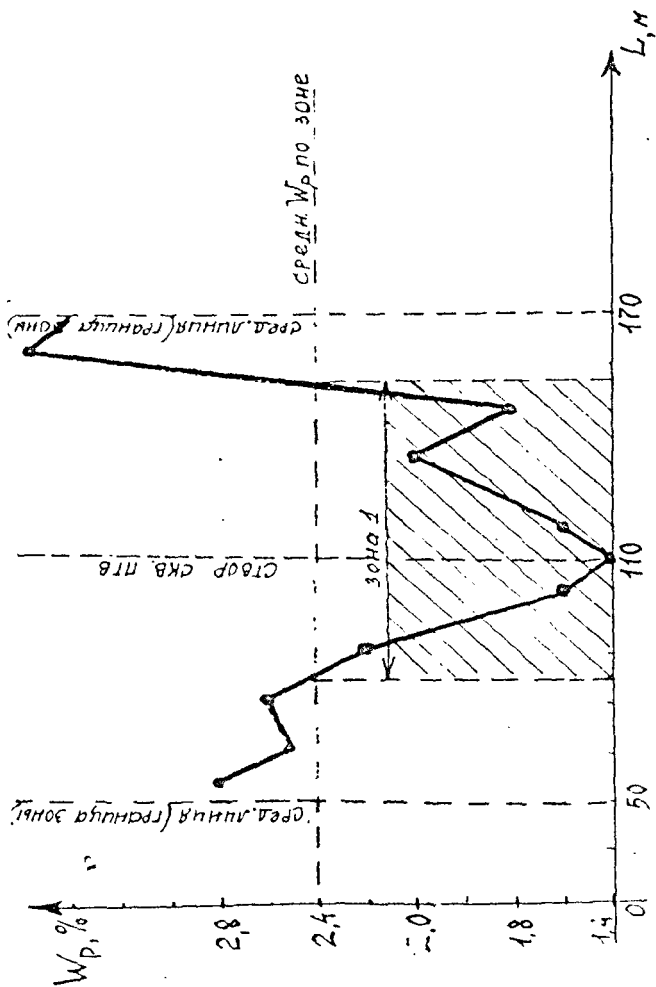


Рис. 2

Изменение остаточной газоносности в зоне ПГВ

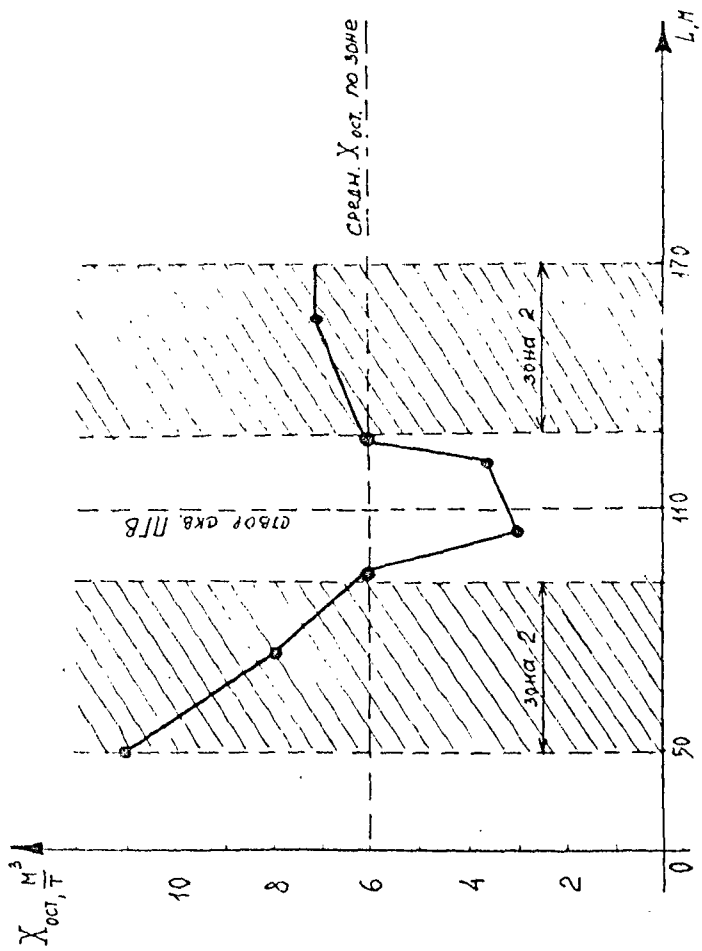


Рис.3

наличии подготовительных выработок в непосредственной близости от наметательной скважины (условия предварительной дегазации) представляется следующим образом. Снижение газообильности горных выработок достигается за счет суммарного действия следующих факторов: а) ивтечения метана непосредственно на поверхность в основном из зоны, прилетающей к скважине, где в большей степени произошло отгеснение воды, что и подтверждается изменением влажности угля (в зоне скв. №212 \cong 2 м³/т); б) отгеснения метана из зоны обработки, частично определяемого по результатам газовых съемок в подготовительных выработках в процессе ШВ (\cong 2 м³/т); в) блокирования части метана в мельчайших порах и трещинах пласта, что подтверждается увеличением в зоне ШВ остаточной газоносности угля (\cong в 2 раза); г) разбавления метана в фильтрующем объеме угля (в ряде проб до 45%).

Проведенные работы позволили поднять газовый барьер по нагрузке на очистной забой с 440 до 900 т/сут. Подтверждена в установленном порядке технико-экономическая эффективность проведенных работ.

Разработанная в диссертационной работе технологическая схема ШВ на угольные пласты для их дегазации использована в проекте на дегазацию свиты угольных пластов на поле шахты "Комсомольская" АО "Воркутауголь" (1995).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научной квалификационной работой, в которой дано решение актуальной задачи по предотвращению газовой опасности в угольных шахтах на основе комплексного рассмотрения единой системы "вентиляция-дегазация" с определением ее оптимальных параметров в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Основные научные и практические результаты диссертации состоят в следующем:

1. Разработана методика выбора оптимальных параметров системы "вентиляция-дегазация" для угольной шахты в целом и выемочного участка в частности.

2. Обоснована и испытана технология управления газовыделением на выемочном участке с использованием вентиляционных каналов в охранных целиках угля, оказывающих позитивное влияние на формирование газового режима в лаве.

3. Обоснована область применения пассивных и активных пневмогидродинамических способов дегазации угленосного массива с учетом возможностей вентиляционного решения задач безопасного ведения горных работ.

4. Усовершенствована технология ПГВ применительно к условиям предварительной дегазации, связанной с ограниченностью времени на извлечение метана на поверхность и наличием пройденных подготовительных выработок.

5. Разработана методика расчета основных параметров ПГВ в условиях предварительной дегазации, включающая определение объемов, режимов, последовательности нагнетания и выдержки в пласте комплексного рабочего агента "вода-воздух".

6. В процессе шахтных испытаний ПГВ установлен механизм снижения газовыделения метана в горные выработки за счет извлечения метана на поверхность, оттеснения его из зоны дегазации, блокирования в мельчайших порах и трещинах пласта и разбавления в фильтрующем объеме.

7. Установлено, что в результате проведенных работ на ш/у "Зубовское" газовыделение в горные выработки снижено на 75%, допустимая по газовому фактору нагрузка увеличена с 440 до 900 т/сут, что дало фактический технико-экономический эффект в 128,6 тыс.руб (в ценах 1989 г.).

8. Разработанная усовершенствованная технология реализована в техно-
рабочем проекте на дегазацию свиты пластов на поле шахты "Комсомольская"
АО "Воркутауголь".

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Смирнов О.В. Управление газовыделением на шахте "Комсомолец
Донбасса" производственного объединения "Октябрьуголь" // Внезапные
выбросы угля и газа, рудничная аэрология: Научн. сообщ. ИГД им.
А.А.Скочинского. М., 1988. С. 161 - 167.

2. Смирнов О.В. Оптимальные параметры системы "вентиляция
дегазация" в условиях производственного объединения "Октябрьуголь" //
Внезапные выбросы угля и газа, рудничная аэрология : Научн. сообщ. ИГД им.
А.А.Скочинского. М., 1989. С.102 - 106.

3. Смирнов О.В. Анализ аэрогазовых показателей для характеристики
состояния системы "вентиляция-дегазация" // Физико-технические способы и
процессы разработки и обогащения полезных ископаемых. -М.: ИПКОН АН
СССР, 1989. С. 66-68.

4. Руководство по ведению взрывных работ в угольных шахтах.
/О.В.Смирнов, С.И.Шумков, Н.Ф.Ткаченко и др. М.: Минтопэнерго РФ, 1996.-
204с.

5. Смирнов О.В., Буханцов А.И., Шилов А.А. Борьба с газом при
разработке высокогазоносных угольных пластов на стадии их предварительной
дегазации. // Повышение безопасности труда при добыче угля. - Кемерово:
ВостНИИ, 1996. С.196-202.

6. Дополнение к временному руководству по образованию и
эксплуатации систем аэрогазового контроля в угольных шахтах с учетом
системы окружающей среды фирмы "Трансмиттон" /О.В.Смирнов, В.И.Шилов,
В.П.Колосюк и др. - М.: ИПКОН РАН, 1997. - 35с.

7. Смирнов О.В., Бухаицов А.И., Шилов Л.А. Особенности технологических схем предварительной дегазации угленосного массива на шахтах Донецкого бассейна.- Горный информационно-аналитический бюллетень, 1997.