

6
A65

U18

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР**

Ленинградский ордена Ленина и ордена
Трудового Красного Знамени
горный институт им. Г. В. Плеханова

На правах рукописи

Аспирант Б. Г. Мещеряков

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО УВЛАЖНЕНИЯ
МОЩНЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ
УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
ПРОКОПЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА
ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ
ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА И
СНИЖЕНИЯ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ
ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Специальность № 311. Подземная разработка и
эксплуатация угольных, рудных и нерудных
месторождений

**Автореферат
на соискание ученой степени кандидата
технических наук**

Ленинград 1971

Работа выполнена на шахтах комбината «Прокопьевскуголь» и в отделе методов борьбы с внезапными выбросами угля и газа ВостНИИ.

Научный руководитель — заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор технических наук В. Б. КОМАРОВ.

Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор Б. Г. ТАРАСОВ; кандидат технических наук, доцент Н. М. ПРОСКУРЯКОВ.

Ведущее предприятие — комбинат «Прокопьевскуголь».

Автореферат разослан «15» июня 1971 г.

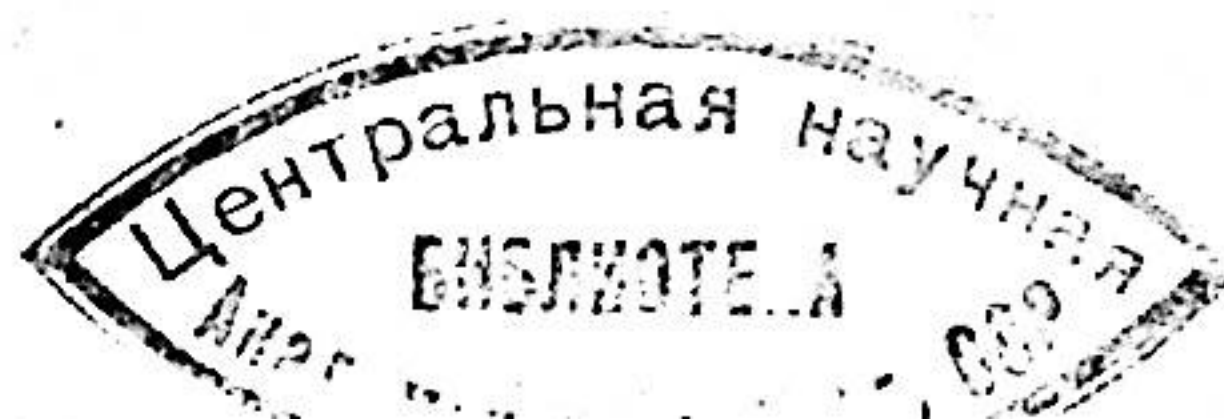
Исх. № УС 410/05

Защита диссертации состоится «16» Кварт 1971 г. на заседании ученого совета горного, шахтостроительного и инженерно-экономического факультетов Ленинградского горного института по адресу: г. Ленинград, В. О., 21 линия, д. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института с 9 час. до 18 час. после объявления в газете о дне защиты диссертации. Адрес: В. О., 21 линия, д. 2.

Ученый секретарь

О. Н. ФИРФАРОВА.



ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIV съезда КПСС поставлены задачи в 1975 г. довести добычу угля в стране до 685—695 млн. тонн, повысить производительность труда в угольной промышленности в 1,4 раза, обеспечить дальнейшее улучшение условий труда, повысить оснащенность современными средствами техники безопасности и охраны труда.

Прокопьевское месторождение является главным поставщиком коксующихся углей в Кузбассе. Из-за отсутствия резервных шахтных полей развитие добычи угля в месторождении производится, в основном, за счет перехода шахт на более глубокие горизонты и ускорения темпов отработки пластов. Однако с углублением шахт резко возрастает опасность внезапных выбросов угля и газа и метанообильность горных выработок. В настоящее время из 16 действующих в месторождении шахт 7 разрабатывают пласты, опасные по внезапным выбросам угля и газа, 11 шахт — сверхкатегорные по метану. Внезапные выбросы угля и газа и повышенное метановыделение в горные выработки становятся решающими факторами, сдерживающими применение высокопроизводительных способов подготовки и отработки пластов.

Исходя из актуальности проблемы борьбы с обильными метановыделением и внезапными выбросами угля и газа, анализа способов борьбы с этими явлениями и степени их изученности, в настоящей работе проведено исследование профилактического увлажнения как способа предотвращения внезапных выбросов угля и газа и снижения метанообильности горных выработок в условиях шахт Прокопьевского месторождения Кузбасса.

При выполнении работы использованы данные научно-исследовательских тем ВостНИИ, исполнителем отдельных этапов которых был автор. Экспериментальные исследования проведены на шахтах: «Коксовая-2», «Коксовая-1», № 3—3-бис и № 5—6 комбината «Прокопьевскуголь».

Научное руководство осуществлялось проф., докт. техн. наук В. Б. Комаровым и ст. научным сотрудником, канд. техн. наук В. Н. Пузыревым.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы, содержащего 188 наименований, и приложения.

Глава I. ОЦЕНКА МЕТАНООБИЛЬНОСТИ И ВЫБРОСООПАСНОСТИ ШАХТ ПРОКОПЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С ЭТИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

В главе дана краткая горногеологическая и горнотехническая характеристика шахт Прокопьевского месторождения.

В настоящее время 75% шахт относятся к сверхкатегорным и к III категории по метану при глубине разработки до 400 м. Метанообильность участков большинства шахт составляет 20—50 м³/т суточной добычи. По данным ВостНИИ на глубине 600 м она достигнет 70—80 м³/т суточной добычи.

После Кемеровского Прокопьевское месторождение наиболее опасно по внезапным выбросам угля и газа. Последние происходят на 7 шахтах, разрабатывающих 18 опасных шахтопластов. При углубке шахт месторождения с 150 до 300 м максимальная сила выбросов по углю возросла с 60 до 300 т, а по газу—с 6 до 50 тыс. м³.

Специфичность горногеологических и горнотехнических условий месторождения и невозможность по этим причинам механического перенесения опыта других бассейнов по предотвращению внезапных выбросов угля и газа создали значительные трудности при отработке мощных выбросоопасных пластов. На ряде шахт отказались от разработки наиболее выбросоопасных участков шахтных полей (III, V и VI крылья шахты «Коксовая-1»,

VII синклиналь шахты № 3—3-бис и др.). Поэтому возникла необходимость в проведении специальных исследований по уточнению параметров известных способов борьбы с внезапными выбросами и разработке наиболее рациональных для условий месторождения методов предотвращения этих явлений.

В работе дан анализ применяемых способов борьбы с внезапными выбросами угля и газа и оценка их эффективности. Установлено, что в условиях, где не может быть применена первоочередная защитная обработка пластов, наиболее эффективным, технологичным и экономичным является профилактическое увлажнение угольного массива через длинные скважины. Отмеченный способ выгодно отличается от других еще и тем, что при его использовании не только осуществляется борьба с внезапными выбросами угля и газа, но и достигается значительное снижение метанообильности горных выработок.

Показано, что шахта «Коксовая-2» является в месторождении самой метанообильной и опасной по внезапным выбросам угля и газа. Поэтому при выполнении данной работы на ней был проведен основной объем исследований.

Глава II. СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА И СНИЖЕНИЯ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПУТЕМ УВЛАЖНЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ЧЕРЕЗ ДЛИННЫЕ СКВАЖИНЫ

Предложения о возможности применения методов увлажнения угольных пластов для предотвращения внезапных выбросов угля и газа появились в специальной литературе давно (В. Б. Комаров, Н. К. Цольвейг, И. М. Печук, Я. Э. Некрасовский и другие). Однако указанные исследования были проведены в небольших объемах и по ним в свое время не представилось возможным выявить механизм влияния влаги на комплекс свойств пластов, предопределяющих проявления внезапных выбросов угля и газа.

В последние 15 лет в этом направлении были выполнены широкие теоретические, лабораторные и шахтные исследования, в задачу которых входило не только вы-

яснение физических процессов, происходящих при нагнетании воды в угольный массив, но и разработка практических рекомендаций по использованию способов нагнетания жидкости для решения целого ряда задач (борьба с выбросами, горными ударами, метановыделением и т. д.).

Анализ результатов большого объема исследований показывает, что механизм взаимодействия воды и газа в трещиноватой и пористой среде угольного вещества трактуется двояко:

1. Вода, поступая под давлением в угольный массив, вытесняет из него метан, то есть дегазирует пласт (И. В. Бобров, Р. М. Кричевский, Л. Н. Карагодин, Ю. И. Калимов, А. Г. Зенин, Р. Н. Кригман, А. В. Артемов и др.).

2. Вода, нагнетаемая в угольный пласт, уменьшает метановыделение из него за счет закупорки трещин и пор (О. И. Чернов, В. Н. Пузырев, А. И. Ксенофонта, А. С. Бурчаков, Б. И. Медведев, И. Ф. Морозов, В. Н. Шиленков, В. П. Журавлев, Л. И. Переверзев, Б. М. Коржик и др.).

На основании анализа установлено, что противоречивость мнений обусловлена результатами экспериментов при различных режимах нагнетания воды в угольный массив. В случае нагнетания в режиме гидравлического расчленения наблюдается повышение метановыделения, а в режиме увлажнения пласта без разрыва его сплошности — снижение метановыделения из угольного массива.

С 1962 г. на шахтах Кузбасса стал применяться предложенный ВостНИИ метод комплексной борьбы с внезапными выбросами угля и газа, метановыделением и другими опасными и вредными явлениями, основанный на профилактическом увлажнении угольных пластов без их гидрорасчленения. Опыт использования данного метода в промышленных масштабах позволил выявить не только его достоинства, но и отдельные недоработки теоретического и практического характера. В частности, не были установлены количественные зависимости влияния искусственного увлажнения угольного массива на метанообильность горных выработок, напряженно-деформированное состояние мощных угольных пластов Прокопьевского месторождения и комплекс вопросов технологического порядка (параметры режима нагнетания воды,

герметизация скважин, определение расстояния между увлажнительными скважинами и т. п.). Кроме этого, в рекомендованном ВостНИИ практическом руководстве не был решен вопрос о методе оперативного контроля качества увлажнения.

Учитывая перспективность профилактического увлажнения угольных пластов для условий Прокопьевского района, целью настоящей диссертационной работы явилось дальнейшее развитие и совершенствование этого метода, для чего определены основные задачи исследований:

установление количественной оценки влияния увлажнения на метаноносность и газопроницаемость угольного массива и отбитого угля, а также на метанообильность подготовительных и очистных выработок;

установление количественной оценки влияния увлажнения на потенциальную энергию горного давления и на потенциальную и кинетическую энергию газа в призабойной части пласта;

изыскание оптимального режима нагнетания, уточнение нормы подачи воды в угольный массив, совершенствование средств герметизации скважин;

разработка методики определения размеров увлажненной зоны пласта;

изыскание способа текущего контроля качества увлажнения угольного массива.

Глава III. ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ УВЛАЖНЕНИИ ПЛАСТОВ

Как было отмечено в главе II, при закачке воды в угольный массив без его гидрорасчленения не происходит значительного вытеснения содержащегося в угле метана. Для подтверждения этого положения в работе проведены теоретические расчеты, шахтные и лабораторные исследования.

Расчетами, выполненными на основании данных о метаноносности угля, его дифференциальной пористости и газовом давлении показано, что при увлажнении максимально возможное вытеснение газа составляет 4,7% от метаноносности угля.

Для количественной оценки вытеснения метана из угольного массива нагнетаемой водой проводились эксперименты в шахтных условиях. Для этого из горных выработок на различных расстояниях друг от друга бурились и герметизировались параллельные скважины. Одна служила для нагнетания воды, а другие — для замеров метановыделения, которое осуществлялось газосчетчиком ГСБ-400. Количественная оценка эффекта вытеснения метана производилась с использованием формулы

$$\beta = \frac{100 (i_2 - i_1) t}{x m l_{\phi} \gamma} \quad (1)$$

где β — степень вытеснения метана из увлажненной зоны пласта от его начальной метаноносности, %;

i_1, i_2 — метановыделение из газоотводящих скважин соответственно до и во время нагнетания воды, $\text{м}^3/\text{час}$;

t — продолжительность повышенного метановыделения при нагнетании воды в увлажнительную скважину, час ;

x — метаноносность пласта до увлажнения, $\text{м}^3/\text{т}$;

m — мощность пласта, м ;

l_{ϕ} — глубина увлажненной зоны (принималась равной длине фильтрующей части скважины), м ;

γ — ширина увлажненной зоны (расстояние между увлажнительной и газоотводящей скважинами), м ;

γ — объемный вес угля, $\text{м}^3/\text{т}$.

Наблюдения по 27 контрольным скважинам, пробуренным на пластах I, II, IV Внутренних, Горелом и Лутугинском показали, что вытеснение газа в процессе нагнетания воды составляет 0,003—0,005% от метаноносности угля.

О незначительном вытеснении метана свидетельствуют также сравнительные данные об остаточной метаноносности угля увлажненных и неувлажненных участков пласта. Исследованиями на трех шахтах установлено, что на увлажненных участках пластов остаточная метаноносность в 1,5—2 раза выше таковой в зонах пластов с естественной влажностью угля. Причем, как видно на примере пласта Мощного шахты «Коксовая-1» (см. таблицу), разница в остаточной метаноносности сохраняется в течение 18 и более часов. Учиты-

вая, что максимальное пребывание отбитого угля в шахте составляет порядка 8 часов, в атмосферу шахты из увлажненного угля выделяется значительно меньшее количество метана.

Время, прошедшее после отбойки угля, час	Увлажненная зона		Неувлажненная зона	
	средняя влажность угля, %	остаточная метаноносность угля $\text{м}^3/\text{т}$	средняя влажность угля, %	остаточная метаноносность угля, $\text{м}^3/\text{т}$
1	4,65	12,0	1,96	7,1
6		10,7		4,9
12		9,6		2,6
18		8,2		2,5

Вышеизложенные результаты исследований показали, что увлажнение угольного массива практически не изменяет его метаноносность.

При искусственном увлажнении пластов происходит заполнение водой трещин и пор. Одни из них на полное сечение перекрыты водой, в других она адсорбирована на стенках в виде пленок, не смыкающихся друг с другом, что уменьшает газопроницаемость угольного массива. Аналитическими исследованиями установлено, что изменение коэффициента газопроницаемости зависит от степени заполнения пор водой. Эта зависимость выражается формулой

$$k_y = k_n (100 - \eta)^2 \cdot 10^{-4} \quad (2)$$

где k_y, k_n — коэффициенты газопроницаемости увлажненного и природной влажности угля, мдарси;

η — степень заполнения фильтрующего объема пор водой, %.

Расчеты по формуле (2) показывают, что в результате заполнения пор водой значительно уменьшается коэффициент газопроницаемости угля. Так, при η , равном 30, 80 и 97%, коэффициент газопроницаемости снижается соответственно в 2, 25 и 1100 раз. Лабораторные исследования на установке УИПК-1у при различных величинах нагрузки на образцы показали, что газопроницаемость угля после увлажнения уменьшается в 6—10 раз ($\eta = 60—70\%$).

В шахтных условиях газопроницаемость угля определялась по скорости нарастания давления газа в контрольных скважинах (методика МакНИИ). Установлено существенное снижение газопроницаемости угольного массива после его увлажнения. Так, для пластов II Внутреннего и Характерного шахты «Коксовая-2» при η равном соответственно 47 и 63%, $k_n/k_y = 2.3-6.7$.

Более низкая газопроницаемость увлажненного угольного массива существенно влияет на скорость метановыделения из него.

Наблюдениями в 31 подготовительной выработке на шахтах «Коксовая-2», № 3—3-бис и № 5—6 установлено, что после увлажнения пластов метановыделение в призабойную зону снижается на 22—75%, причем степень снижения зависит от прироста влажности угля.

Наиболее интенсивное метановыделение наблюдается при отбойке угля взрывными работами. Увлажнение пластов позволяет снизить максимальное метановыделение в момент взрывных работ в среднем на 30—40%. На шахте «Коксовая-2» при проведении подготовительных выработок по увлажненным зонам не наблюдалось слоевых скоплений метана.

Сравнительными газовыми съемками в 11 очистных забоях шахт «Коксовая-2» и «Красногорская» при отработке пластов различными системами разработки установлено также значительное (на 24—47%) снижение метановыделения в результате увлажнения угольного массива.

Проведенные исследования по установлению фактического снижения метановыделения в горные выработки в результате применения профилактического увлажнения обусловили необходимость постановки задачи об учете этого фактора при расчетах количества подаваемого в отдельные забои воздуха. На основании полученных данных представилось возможным уточнить формулу докт. техн. наук А. А. Мясникова для расчета ожидаемого метановыделения I в монтажный слой при отработке мощных пластов широко распространенной в Прокопьевском месторождении комбинированной системы с гибким перекрытием. С учетом эффекта увлажнения угольного массива названная формула принимает вид

$$I = G_0 L \left[h_1 + \frac{0,57}{0,6W + 0,1} (m - h_1) \right], \quad (3)$$

где G_0 — метановыделение с поверхности угольного массива в момент его обнажения, $м^3/мин \cdot м^2$;

L — длина забоя, $м$;

h_1, m — соответственно мощность монтажного слоя и пласта, $м$;

W — средняя влажность угля, %.

Установлено, что определение величины I в монтажном слое без учета степени увлажнения угольного массива приводит к ее завышению на увлажненных участках пластов более чем на 60%. Опробирование на шахте «Коксовая-2» показало, что предложенная формула (3) позволяет устранить отмеченный недостаток и более точно определять необходимое количество воздуха, избегая неоправданных завышений.

На основании проведенных исследований в работе делается вывод об эффективности профилактического увлажнения угольных пластов через скважины как способа управления метановыделением в горные выработки.

Глава IV. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВНЕЗАПНЫХ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ГАЗА ПРИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ УВЛАЖНЕНИИ ПЛАСТОВ

По современным представлениям (энергетическая теория В. В. Ходота) внезапный выброс угля и газа включает две фазы: первую — разрушение угля под действием сил горного давления, вторую — вынос угля в выработку выделяющимся из него газом. Определяющими факторами возникновения внезапного выброса являются силы горного давления, энергия заключенного в угле газа и механические свойства угля. Поэтому при снижении доли участия любого из отмеченных факторов, создаются условия, при которых внезапные выбросы угля и газа не происходят. Этот принцип положен в основу существующих способов борьбы с данными опасными явлениями.

Внезапные выбросы угля и газа в Прокопьевском месторождении происходят только при проходке различного рода подготовительных выработок, а также вскрытии пластов квершлагами и стволами. Наиболее часты

оний в штреках. Поэтому изучение влияния профилактического увлажнения угольных пластов как способа борьбы с внезапными выбросами проводилось в подготовительных выработках.

Влияние влаги на механические свойства угольного массива оценивалось изменением коэффициента крепости угля f по М. М. Протоdjяконову в зонах с различной степенью увлажнения. Наблюдения проводились на выбороопасных пластах II, III, IV Внутренних, Горелом шахт «Коксовая-2» и № 3—3-бис. В результате исследований найдена корреляционная связь между коэффициентом крепости f и приростом влажности угля ΔW , имеющая вид

$$f = f_0 - 0,07 \Delta W, \quad (4)$$

где f_0 — коэффициент крепости угля при влажности 1—1,2%.

Данная зависимость справедлива при влажности угля до 6%.

С учетом (4) были скорректированы предложенные ВостНИИ зависимости для определения коэффициента сцепления K и угла внутреннего трения ρ .

$$K = 9,5 (f_0 - 0,07 \Delta W)^2 - 0,62, \quad (5)$$

$$\rho = 45 (f_0 - 0,07 \Delta W) - 2,5, \quad (6)$$

Формулы (5) и (6) использовались при расчетах параметров зон опорного давления впереди подготовительных выработок, которые определялись по предложенным ВостНИИ (В. И. Мурашов, Я. Г. Шлюмовичус) зависимостям.

в интервале $0,05 \leq \frac{K_v}{\gamma H} \leq 0,25$:

$$l = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \left(\frac{1}{a_1 \varphi + c_1} + \frac{d_1}{\varphi} \ln \frac{\gamma H}{K_v} \right), \quad (7)$$

$$K_k = \frac{K_v}{\gamma H} \exp \left(\frac{\varphi}{a_1 \varphi + c_1} - d_1 \ln \frac{K_v}{\gamma H} \right), \quad (8)$$

в интервале $0,25 \leq \frac{K_v}{\gamma H} \leq 0,90$:

$$l = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \left(\frac{a_2}{\varphi} e^{-c_2 \frac{K_v}{\gamma H}} + d_2 \frac{\ln \varphi}{\varphi} \right), \quad (9)$$

$$K_k = \frac{K_v}{\gamma H} \exp \left(a_2 e^{-c_2 \frac{K_v}{\gamma H}} + d_2 \ln \varphi \right), \quad (10)$$

где l — протяженность зоны предельного напряженного состояния, м;

K_k — коэффициент концентрации напряжений;

$$\varphi = \frac{2 \operatorname{tg} \rho (1 + \sin \rho)}{1 - \sin \rho};$$

S — площадь сечения выработки, м²;

K_v — напряжения на кромке забоя, кг/см²;

γH — статическое горное давление, кг/см²;

a_1, c_1, d_1
 a_2, c_2, d_2 } — параметры.

Расчетами показано, что с возрастанием влажности угля с 1,5 до 4,5% протяженность зоны предельного напряженного состояния увеличивается примерно в 2 раза, а коэффициент концентрации напряжений снижается на 10%.

Замерами напряжений скважинными гидравлическими датчиками впереди забоев подготовительных выработок при проведении их по увлажненным и неувлажненным участкам пластов II, III, IV Внутренних, Горелого и Лутугинского шахты «Коксовая-2» установлено, что с повышением влажности угля протяженность зоны предельного напряженного состояния увеличивается в 2 и более раза с одновременным снижением коэффициента концентрации напряжений на 12—14%.

Полученные экспериментальные данные не только подтвердили результаты теоретических расчетов, но и позволили выявить влияние влаги на запасы упругой потенциальной энергии в призабойной зоне подготовительных выработок. В зависимости от степени увлажнения запасы упругой потенциальной энергии могут быть снижены на 15—40%.

Таким образом, проведенные исследования по изучению влияния влаги на напряженное состояние угольного массива позволили сделать вывод о снижении ро-

ли фактора горного давления в развязывании внезапных выбросов угля и газа в подготовительных выработках.

В главе III было отмечено, что в результате увлажнения пластов значительно снижается скорость метановыделения из угля при его разрушении взрывными работами. Поскольку условия разрушения угля при взрывных работах близки к таковым при внезапном выбросе угля и газа (его первой стадии), величина метановыделения из отбитого взрывом угля в подготовительной выработке использовалась для подсчета работы газа в первые две минуты после взрывания. Так, для пласта III Внутреннего шахты «Коксовая-2» удельная работы выделяющегося из угля и расширяющегося по условиям изотермического процесса газа, подсчитанная по формуле

$$A_p = 10P_0V_0 \ln \frac{P_1}{P_0}, \quad (11)$$

где A_p — удельная работа газа, $Т.м/л$;

P_0 — атмосферное давление, $кГ/см^2$;

P_1 — начальное давление газа, $кГ/см^2$;

V_0 — удельный объем расширяющегося газа, $м^3/т$, в результате увлажнения уменьшилась почти в 1,4 раза. Следовательно, профилактическое увлажнение снижает вероятность реализации внезапных выбросов заключенным в угольном массиве газом.

Промышленными испытаниями профилактического увлажнения угольного массива, с учетом разработанных рекомендаций, при вскрытии, подготовке и отработке выбросоопасных пластов установлено, что оно является эффективным способом борьбы с внезапными выбросами угля и газа. В настоящее время этот способ практически вытеснил на шахтах месторождения все ранее применявшиеся локальные меры борьбы с внезапными выбросами. Только за 1968, 1969 и I полугодие 1970 г. на пяти шахтах было пройдено по выбросоопасным пластам более 22 км подготовительных выработок и произведено 48 вскрытий различных пластов квершлагами с предварительным увлажнением угольного массива. Ни одного случая внезапного выброса угля и газа не произошло, не наблюдалось и их предупредительных признаков.

Глава V. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПЛАСТОВ

В главе приведены основные схемы расположения скважин для увлажнения мощных пластов, которые были опробированы и включены в действующие нормативные документы.

Шахтными экспериментами установлен оптимальный темп нагнетания воды в пласты Прокопьевского месторождения, который составляет 0,1—0,2 л/мин на 1 м фильтрующей части скважины. При темпе нагнетания 0,4—0,7 л/мин происходит гидравлическое расчленение пластов и эффективность увлажнения снижается. Для обеспечения оптимального темпа нагнетания рекомендуется производить подачу воды одновременно в группу скважин.

На основании изучения влияния увлажнения на метановыделение в призабойную часть подготовительных выработок установлена аналитическая зависимость степени снижения метановыделения η^* от прироста влажности угольного массива $\Delta W = W_y - W_n$

$$\eta^* = \frac{I_{\Delta W}}{I_n} = e^{-0,75(W_y - W_n)} \quad (12)$$

где $I_{\Delta W}$ — среднее метановыделение в выработку при увеличении влажности угля на величину ΔW , $м^3/мин$;

I_n — то же, в зоне с природной влажностью угля (1,5—2%);

W_y, W_n — содержание влаги в угле в пределах увлажненной зоны и природная влажность угля, %.

Анализ формулы (12) показывает, что для эффективного воздействия увлажнения на метановыделение из угольного массива расход воды на 1 т обрабатываемых запасов должен быть не менее 25 л.

Шахтными экспериментами установлено, что герметизация скважин для нагнетания воды должна быть сплошной и составлять не менее 8—12 м.

Автором совместно с сотрудниками ВостНИИ разработаны и внедрены составы высокорасширяющегося (на 20—25%) раствора для герметизации скважин, включающий наряду с портландцементом, песком и во-

дой расширяющуюся добавку порошка алюминия и добавку смачивателя ДБ, а также сплошной гибкий автоматический герметизатор упрощенной конструкции, который легко изготавливается в шахтных мастерских. Применение высокорасширяющегося раствора позволило примерно в 2 раза увеличить количество закачиваемой воды в каждую скважину, а использование указанного герметизатора устранило недостатки, присущие герметизаторам типа ГАС (зажимы герметизаторов и разрывы герметизирующего рукава, высокая трудоемкость изготовления и др.).

Исследованиями автора было установлено, что радиус увлажнения пласта по напластованию в 3—5 раз больше такого вкрест напластования. Поэтому для равномерного увлажнения пластов большой мощности рекомендуется располагать скважины в два и более ряда, а в отдельных случаях бурить их диагонально напластованию с целью пересечения всех угольных пачек пласта.

Для определения размеров увлажненной зоны в мощных пластах разработана методика, основанная на замерах снижения метановыделения из контрольных скважин в процессе опытного нагнетания воды в угольный массив. Контрольные скважины бурятся параллельно увлажнительной и располагаются в плоскости напластования и в плоскости вкрест напластованию. Эффективный радиус увлажнения принимается равным 75% от величины радиуса увлажнения по метановыделению из контрольных скважин.

Глава VI. ИЗЫСКАНИЕ СПОСОБОВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УВЛАЖНЕНИЯ УГОЛЬНОГО МАССИВА

В настоящее время контроль качества увлажнения пластов производится по количеству закачанной в скважины воды или по влажности взятых с забоев выработок проб угля. Эти способы отличаются малой оперативностью и точностью, а главное, не позволяют осуществлять текущий контроль влажности угля в глубине массива впереди движущегося забоя, что особенно важно при профилактическом увлажнении пластов для борьбы с внезапными выбросами угля и газа.

Исследованиями в шахтных условиях было установ-

лено, что по мере проходки подготовительных выработок по пластам, подвергнутым увлажнению через скважины, впереди забоев происходит некоторое перераспределение влаги. Влажность угля на кромке забоя, как правило, несколько ниже, чем в глубине массива.

Автором разработан способ текущего контроля качества увлажнения ненадработанных выбросоопасных пластов при проведении подготовительных выработок, основанный на замерах метановыделения по длине передовых контрольных скважин. Методика замеров заключается в следующем. Из забоя выработки по потенциально выбросоопасной пачке угля нарушенной структуры периодически ручным сверлом с составными штангами бурят по две контрольные скважины диаметром 42 мм на ширину зоны возмущения угольного массива выработкой (для Прокопьевского месторождения — 6,5 м). Скважину бурят интервалами через 1 м, замеряют начальное метановыделение из каждого прилегающего к забою скважины интервала и устанавливают максимальное значение метановыделения по длине скважины. Для Прокопьевского месторождения величина максимального начального метановыделения менее 0,5 л/мин·м свидетельствует о влажности угля более 4% и устранении опасности внезапных выбросов угля и газа.

Разработан также способ контроля качества увлажнения надработанных высокогазоносных пластов при проведении подготовительных выработок, основанный на определении влажности бурового угольного штыба по длине передовых контрольных скважин.

ВЫВОДЫ

Основные результаты исследований, выполненных в диссертационной работе, сводятся к следующему.

1. Аналитическими расчетами, лабораторными и шахтными экспериментами подтверждено, что нагнетание воды в угольный массив без его гидрорасчленения не способствует вытеснению сколько-нибудь значительного количества метана и практически не изменяет его метаносность. Поэтому иметь открытые газоотводящие скважины нецелесообразно.

2. Лабораторными и шахтными исследованиями установлено, что при увлажнении газопроницаемость уголь-

ного массива снижается в 2—7 раз. Получена аналитическая зависимость коэффициента газопроницаемости от степени заполнения угольных пор водой.

3. Снижение газопроницаемости увлажненного угольного массива уменьшает метановыделение в призабойную часть подготовительных выработок на 20—80% и очистных выработок на 25—45% в зависимости от количества закачанной воды на тонну угля.

4. Лабораторными исследованиями показано, что остаточная метаносность обитого угля из увлажненной зоны в 1,5—2 раза выше по сравнению с углем естественной влажности.

5. Уточнена формула докт. техн. наук А. А. Мясникова для расчета ожидаемого метановыделения в монтажный слой при отработке мощных пластов с профилактическим увлажнением на шахтах Прокопьевского угольного месторождения.

6. Установлено, что профилактическое увлажнение пластов Прокопьевского месторождения снижает крепость угля на 14—30%. Найдена корреляционная зависимость изменения коэффициента крепости угля по М. М. Протодьяконову от его влажности.

7. Натурными наблюдениями установлено, что профилактическое увлажнение снижает запасы упругой потенциальной энергии в призабойной части угольного массива на 15—40%, а удельную работу газа — на 30—40%, что уменьшает вероятность возбуждения и реализации внезапных выбросов угля и газа.

8. Определены основные параметры и выданы рекомендации по применению профилактического увлажнения мощных крутопадающих пластов Прокопьевского месторождения.

9. Разработан состав высокорасширяющегося раствора для герметизации увлажнительных скважин, применение которого позволило увеличить объем закачиваемой воды в 2 раза.

10. Предложена и внедрена конструкция автоматического гибкого герметизатора, устраняющая недостатки герметизаторов типа ГАС.

11. Составлена методика определения размеров увлажненных зон в мощных пластах, основанная на замерах метановыделения из контрольных скважин в процессе нагнетания воды.

12. Впервые разработан и внедрен в производство способ текущего контроля качества увлажнения непадработанных выбросоопасных пластов при проведении подготовительных выработок, основанный на замерах метановыделения по длине передовых контрольных скважин.

13. Установлено, что для пластов Прокопьевского месторождения величина начального метановыделения менее 0,5 л/мин·м свидетельствует о влажности угольного массива более 4% и устранении опасности внезапных выбросов угля и газа.

Опытно-промышленная проверка профилактического увлажнения угольных пластов через длинные скважины на 5 шахтах Прокопьевского месторождения показала, что этот способ является наиболее эффективным по предотвращению внезапных выбросов угля и газа и управлению метановыделением в горные выработки в условиях Прокопьевского месторождения.

Практические рекомендации, вытекающие из диссертационной работы, включены во «Временное руководство по применению метода профилактической обработки угольных пластов жидкостью для ведения одновременной борьбы с внезапными выбросами угля и газа, горными ударами, газовыделением и угольной пылью» (Кемерово, 1966 г.), во «Временную методику разграничения пластов Кемеровского, Прокопьевского и Воркутского месторождений на опасные и неопасные по внезапным выбросам угля и газа зоны с учетом газовыделения и выхода бурового штыба по длине контрольных скважин» (Кемерово, 1970 г.), во «Временную методику текущего контроля эффективности профилактического увлажнения угольных пластов, бурения опережающих скважин большого диаметра и гидровыва опережающих полостей для предотвращения внезапных выбросов угля и газа при проведении подготовительных выработок на шахтах Кузбасса и Воркутского месторождения» (Кемерово, 1971 г.) и в проект новой редакции «Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах».

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. О влиянии увлажнения мощных пластов на газовыделение из них. «Уголь», 1967. № 5 (соавтор М. С. Несмашный).

2. Исследование механического состояния угля в забоях подготовительных выработок на пластах опасных по горным уда-

рам и внезапным выбросам угля и газа. Сб. «Горное давление в капитальных и подготовительных выработках Кузбасса». «Наука», СО, Новосибирск, 1969 (соавторы В. П. Егоров, Г. П. Шаманский).

3. Определение размеров увлажненной зоны угольного пласта по газовыделению из скважин. «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых», 1969, № 5 (соавторы В. Н. Пузырев, А. Т. Горбачев).

4. К вопросу о влиянии профилактического увлажнения угольного массива через скважины на метановыделение. Сб. «Внезапные выбросы в угольных шахтах», «Недра», 1970 (соавтор М. С. Несмашный).

5. Временная методика разграничения пластов Кемеровского, Прокопьевского и Воркутского месторождений на опасные и неопасные по внезапным выбросам угля и газа зоны с учетом газовыделения и выхода бурового штыба по длине контрольных скважин. Кемерово, ВостНИИ, 1970 (соавторы В. Н. Пузырев, Н. Г. Вершинин, А. А. Тенигин, В. И. Крючков, В. А. Поскачин).

6. Опыт вскрытия мощных выбросоопасных пластов на шахтах Прокопьевского месторождения. ЦНИЭИуголь, М., 1971 (соавторы В. Н. Хашин, А. И. Петров).