© Л.А. Пучков, Н.Н. Красюк, С.П. Шайдо, В.Л. Пинскер, 2006

УДК 622.831.023(075.8)

Л.А. Пучков, Н.Н. Красюк, С.П. Шайдо, В.Л. Пинскер

МЕТАНОБЕЗОПАСНОСТЬ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

Понятие высокопроизводительного выемочного участка включает прогрессивную технологическую схему горных работ, сформированную на базе горношахтного оборудования высокого технического уровня. Технический уровень современного горношахтного оборудования определяется прежде всего повышенными энерговооруженностью, надежностью и ресурсом.

Оснащение шахт очистными механизированными комплексами высокого технического уровня, с технической производительностью 10000-15000 т/сут потребовало иного подхода к выбору параметров выемочных участков. Эффективная и рентабельная работа оборудования предполагает длину лав свыше 250 м, длину выемочных столбов свыше 2500 м, скорости подвигания очистных забоев свыше 10,0 м/сут. Эти данные подтверждены опытом работы шахт Кузбасса («Распадская», «Соколовская», «Котинская» им. С.М. Кирова и др.). Тем не менее фактическая эксплуатационная производительность очистного оборудования значительно ниже технической, а себестоимость добычи угля на указанных шахтах высокая. В условиях высокой интенсивности и концентрации горных работ на газоносных угольных пластах проблема метанобезопасности становится основным ограничением уровня показателей эффективности и безопасности добычи угля на шахтах.

Подготовка и отработка выемочных участков увеличенных размеров по комбинированным схемам оборудованием высокого технического уровня сопровождается возрастанием абсолютного газовыделения в выработки участка, а также усложнением процессов формирования их газодинамического состояния.

В результате роста газообильности выработок потенциальные возможности современной техники и технологии добычи угля используются далеко не полностью. По этой причине при отработке угольных пластов широкое применение находят различные мероприятия по управлению метановыделением, направленные на решение проблемы обеспечение нормальной атмосферы в горных выработках. Это управление осуществляется за счет снижения или перераспределения в пространстве и времени выделений метана в горных выработках.

Современные методы управление газовыделением средствами вентиляции основываются на выборе рациональных схем проветривания выемочных участков, регулирования утечек воздуха через выработанные пространства, а также применения изолированного отвода метановоздушных смесей по специальным выработкам и скважинам [1].

В условиях современных требований и сформировавшихся газодинами-ческих характеристик угольных шахт радикальное решение проблемы метанобезопасности может быть обеспечено применением методов заблаговременной дегазации угольных пластов [2]. В то же время интенсивная отработка запасов на полях действующих шахт ограничивает эффективность заблаговременной дегазации как по временному фактору, так и по развитию горных работ.

К настоящему времени на шахтах накоплен и обобщен учеными значительный опыт управления газовыделением при интенсивной отработке запасов газоносных угольных пластов. При существенном увеличении геометрических размеров выемочных участков необходимый эффект достигается применением комбинированных способов активной дегазации источников метановыделения в сочетании с прямоточными схемами проветривания. В рассматриваемых условиях представляют интерес сочетания различных вариантов подземных и наземных скважин, позволяющих дегазировать практически все источники газовыделения на выемочном участке. Следует отметить, что в большинстве районов Кузбасса угольные пласты характеризуются низкой природной проницаемостью, что резко снижает эффективность дегазации разрабатываемых пластов, предъявляя более высокие требования к эффективности дегазации остальных источников метана.

Опираясь на результаты исследований [1], а также практический опыт дегазации высокопроизводительных выемочных участков, нами были поставлены и выполнены экспериментальные исследования эффективности некоторых технологий дегазации сближенных пластов и выработанных пространств для обоснования комбинированной технологии управления газовыделением. Целью исследований является технологическое обоснование метода управления газовыделением путем регулирования метановоздушных потоков в выемочных полях, отрабатываемых высокопроизводительными выемочными участками.

Вертикальные дегазационные скважины являются эффективным и высокотехнологичным инструментом снижения газовыделения в горные выработки. Нами предложены и внедрены на шахтах технологические схемы дегазации выемочных участков системой вертикальных скважин с поверхности, установлены рациональные режимы их работы, позволяющие достичь эффективности дегазации 0,4–0,6. На глубинах свыше 4560 м этот показатель резко снижается.

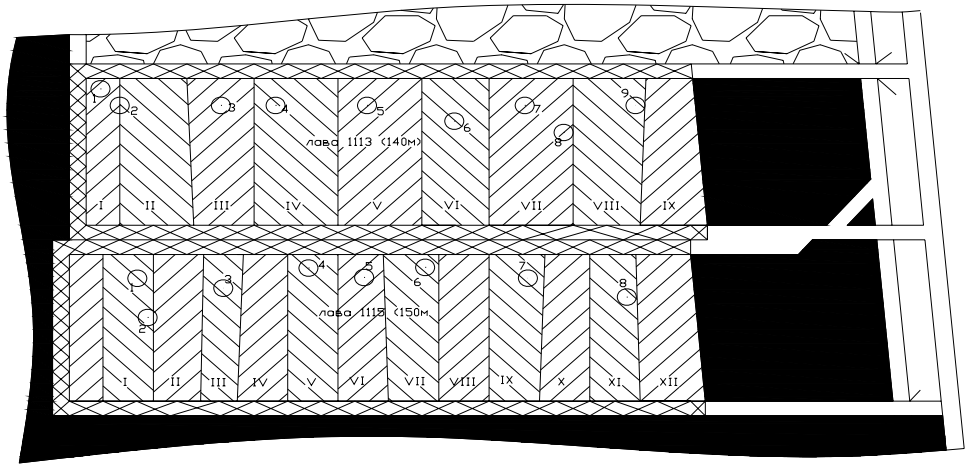
Для выявления потенциальных возможностей рассмотренного способа дегазации как составляющего комбинированной технологии нами выполнены исследования на шахте «Октябрьская», лавы 1113 и 1115, рис. 1.

Лавы по пласту «Надбайкаимский» работали с уклона № 81 на глубине 290-310 м от дневной поверхности. Доля газовыделения из выработанного пространства, формируемая выде-лением метана из подрабатываемых пластов-спутников и потерь угля, а также из вмещающих пород, по обеим лавам составляет в среднем 50 %.

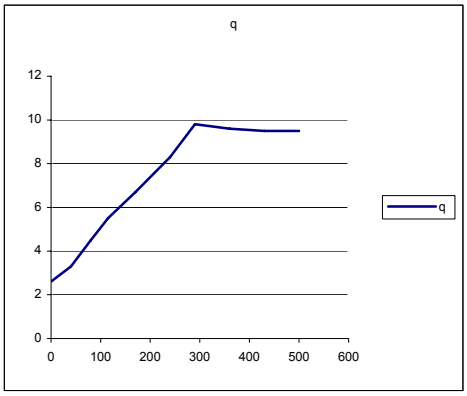
Проветривание лав осуществлялось по возвратноточной схеме с восходящим движением вентиляционной струи. Для проветривания лавы № 1115 подавалось в среднем 1200, а лавы №1113-1614 $м^3$/мин свежего воздуха.

Для дегазации лав № 1115 и 1113 было пробурено соответственно 8 и 10 скважин. Скважины бурились на расстоянии 20-25 м от вентиляционного

Технологическая схема



Газовыделение в скважины, м^3/мин



Концентрация метана, %

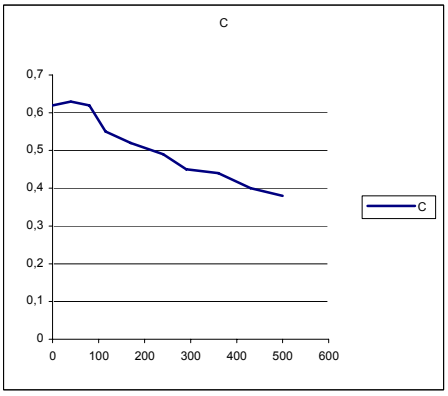


Рис. 1. Технологическая схема и показатели дегазации выработанного пространства вертикальными скважинами

штрека. Первые дегазационные скважины располагались в 5-20 м от разрезной печи. Причем, у разрезной печи было пробурено сразу по две скважины. Остальные скважины располагались через интервалы 80-140 м. Из лавы № 1115, которая по восстанию и падению граничила с массивом угля, при работе одной скважины в начальный период ее отработки извлекалось 3,6 м^3/мин метана. В этот период имели место случаи превышения допустимого содержания метана в атмосфере вентиляционного штрека, особенно на сопряжении с очистным забоем. Поэтому через месяц, наряду с увеличением расхода воздуха, была подключена вторая дегазационная установка к скважине № 2 (считая от монтажной камеры), а первая установка попрежнему продолжала работать на скважине № 1. Расстояние между скважинами равнялось 14 м. В дальнейшем извлечение метана производилось только при одновременной работе двух дега-

зационных установок. С их помощью дебит метана возрос до 8,8-16,1 $м^3$/мин (в среднем 11,3 $м^3$/мин).

Если при работе одной скважины эффективность дегазации составляла 54%, то при работе двух скважин она возросла в среднем до 64 %.

Непосредственными замерами в шахте, а также по записям АГЗ установлено, что при работе двух скважин не было случаев превышения допустимой концентрации метана не только в исходящей из лавы вентиляционной струе, но и на сопряжении лавы с вентиляционным штреком, что позволило в среднем обеспечить нагрузку на очистной забой в пределах 1400 т/сут.

В лаве № 1113 также в начальный период работала одна установка, с помощью которой извлекалось 3,9 $м^3$/мин метана. И хотя лава с двух сторон примыкала к выработанным пространствам, имели место случаи превышения содержания метана на сопряжении лавы с вентиляционным штреком. Это, очевидно, объясняется недостаточной эффективностью дегазации с помощью одной скважины, и, кроме этого, отсутствие утечек воздуха через выработанное пространство вышележащей лавы № 1111.

Поэтому, как и в лаве № 1115, для повышения эффективности дегазации была подключена вторая дегазационная скважина к отдельной установке. С помощью двух установок каптаж метана возрос до 6,3-9,3 $м^3$/МИН (в среднем 7,5 $м^3$/МИН), эффективность дегазации - с 52 до 65 %. Это позволило устойчиво обеспечивать нагрузку на очистной забой на уровне 2300 т/сут и практически не иметь случаев превышения допустимого содержания метана не только в исходящей из лавы вентиляционной струе, но и на сопряжении лавы с вентиляционным штреком.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности управления газовыделением на выемочном участке системой дегазационных скважин, пробуренных с дневной поверхности. Для этого каптаж метана должен производиться с помощью дегазационных установок, подключенных к отдельным скважинам. Это позволяет каптировать около 51 $м^3$/мин метановоздушной смеси, тем самым обеспечивается эффективность дегазации лавы не менее 64 %.

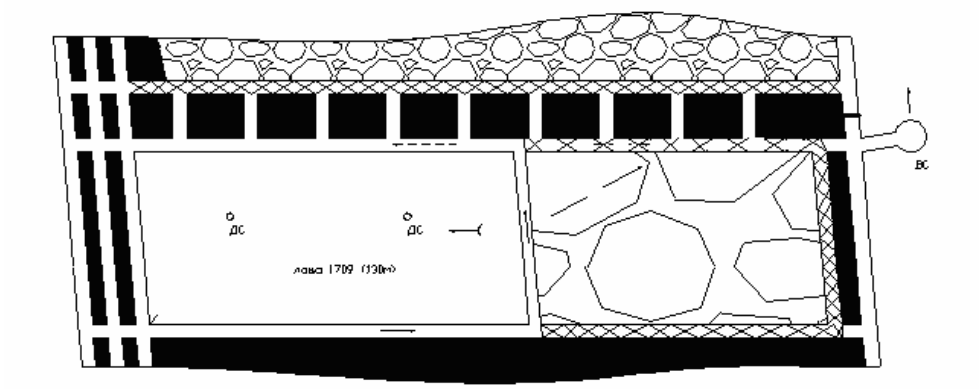
Такое количество извлекаемой метановоздушной смеси является достаточным, чтобы предотвратить скопление метана на сопряжении лавы с вентиляционным штреком и исключить превышение допустимой концентрации метана на вентиляционном штреке при рассматриваемой интен-сивности горных работ. Недостатком способа является значительная трудоемкость буровых работ и проблемы с расположением скважин и оборудования на земной поверхности.

Рассмотрим результаты эксперимента по использованию частично поддерживаемой вентиляционной вы-работки и фланговой скважины для дегазации выработанного пространства.

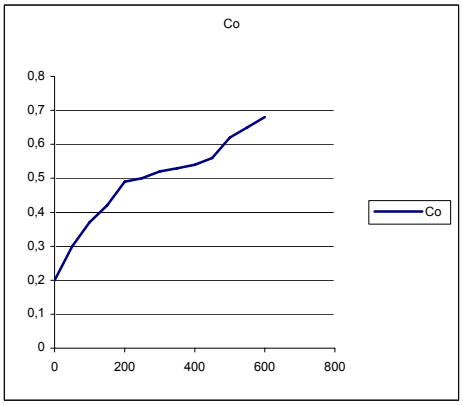
На рис. 2. приведена такая схема и показатели дегазации выработанного пространства в условиях шахты «Комсомолец». По мере отхода лавы от монтажной камеры расход газа и его концентрация в скважине вначале возрастают. Расход воздуха, подсасываемого в скважину, в этом случае небольшой, а вакуум высокий.

С увеличением расстояния от монтажной камеры расход газа снижается в 2–2,5 раза, а его концентрация стабилизируется, содержание метана в исходящей струе очистного забоя

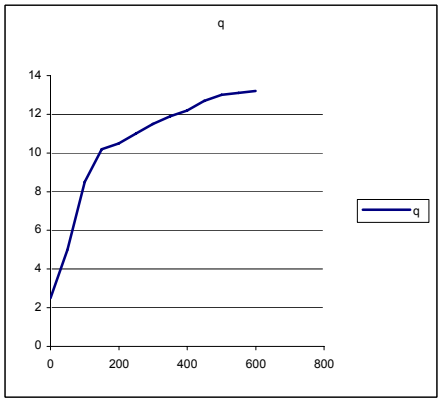
Технологическая схема дегазации



Газообильность лавы, %



Газовыделение в скважину, м^3/мин



Содержание метана в скважине, %

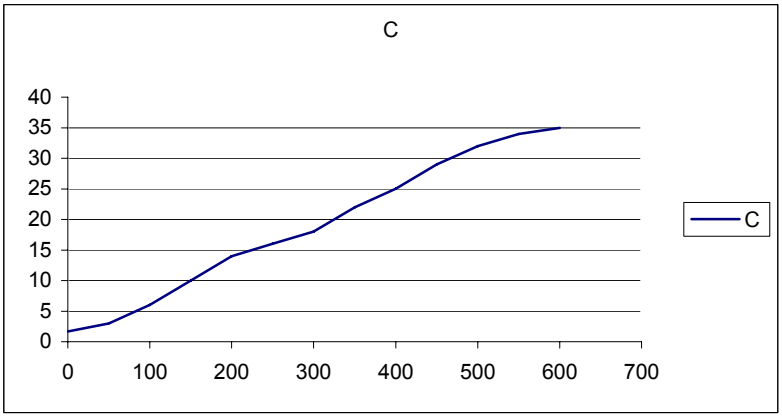


Рис. 2. Дегазация выработанного пространства через частично поддерживаемую выработку к фланговой скважине, оборудованной вентиляционной установкой

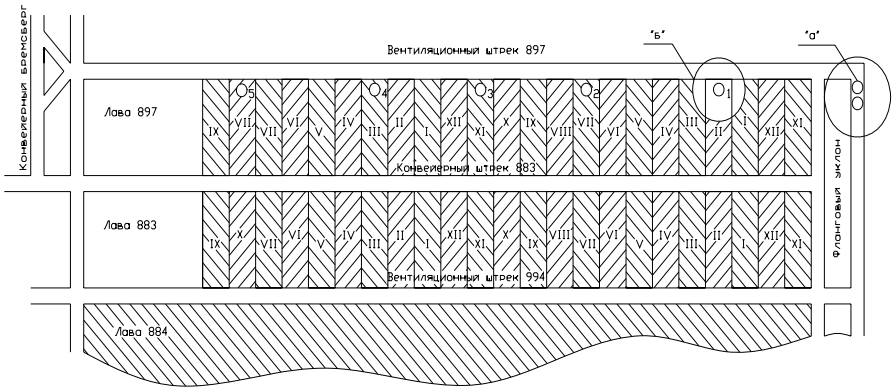


Рис. 3. Управление газовыделением комбинированной схемой

возрастает. При длине выработанного пространства свыше 600,0 м эффективность способа резко снижается.

Применение данной схемы позволяет получить средний коэффициент эффективности дегазации 0,35-0,5. Однако, в начале и в конце работы лавы эта величина составляет всего 0,1-0,2. Из приведенных данных видно, что дегазация выработанных пространств фланговыми скважинами через неподдерживаемые выработки не может считаться эффективной и надежной для всего выемочного поля.

В условиях высокопроизводительных выемочных участков необходимая эффективность дегазации сближенных пластов и выработанных пространств может быть достигнута применением комбинации частично поддерживаемой вентиляционной выработки, фланговой скважины и системы вертикальных дегазационных сква-жин, рис. 3.

Лавы № 897 и 883 уклонного поля № $65^{бис}$ отрабатывались практически одним забоем. Со стороны вентиляционного штрека № 897 находился целик угля, а в нижней части лавы № 883 - отработанное пространство лавы № 884.

Для снижения газообильности лав и предотвращения скоплений метана на сопряжении очистного забоя с вентиляционным штреком № 897 применялись одновременно отсос метана с помощью вентилятора ВМЦГ-7 через фланговую скважину и дегазация подрабатываемых спутников и выработанного пространства скважинами, пробуренными с поверхности.

Скважины для отсоса метана с помощью вентилятора ВМЦГ-7 были пробурены с дневной поверхности на уровне вентиляционного штрека № 897 у флангового уклона Содержание метана в извлекаемой при этом смеси колебалось от 3,5 до 5,7 %.

Первая дегазационная скважина была пробурена на расстоянии 110 м от монтажной камеры, вторая - на расстоянии 200 м от первой. Все последующие располагались с интервалами 120-260 м. Скважины бурились в 30-35 м по падению от вентиляционного штрека № 897.

Вертикальными дегазационными скважинами удалялось в среднем 16,5 $м^3$/мин метана, с помощью вентилятора через фланговую скважину 4,7 $м^3$/мин. Вентиляционной струей выносилось от 1,3 до 3,0 $м^3$/мин.

При расположении дегазационных установок на первой и второй, считая от монтажной камеры, скважинах и отсоса метана с помощью вентилятора, не возникло необходимости переключать де-

Таблица 1

Область применения и эффективность вариантов технологических схем дегазации выемочных участков

№ п/п	Схема дегазации	Область рационального применения применения			Эффективность дегазации, %
		Длина лавы, м	Длина столба, м	Скорость подвигания лавы, м/сут	
1	Подземные встречные скважины	До 150,0	любая	До 5,0	25,0 – 40,0
2	Вертикальные скважины с поверхности	До 200,0	любая	До 10,0	40,0 – 65,0
3	Через частично поддерживаемую выработку к фланговой скважине	До 180,0	До 1000,0	Любая	25,0 – 45,0
4.	Комбинация подземных встречных и наземных вертикальных скважин	До 200,0	любая	До 7,0	50,0 – 70,0
5	Комбинация вертикальных дегазационных и фланговых вентиляционных скважин	300,0	3000,0	любая	50,0 –85,0

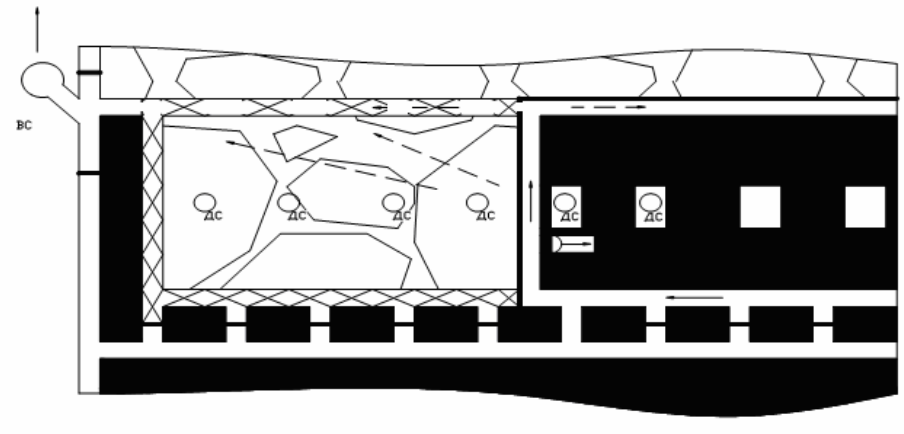
газационные установки на последующие (третью и четвертую) скважины, так как не только не произошло увеличения содержания метана в исходящей от лавы струе, но также не было отмечено случаев скопления метана на сопряжении лавы с вентиляционным штреком, хотя к этому времени очистной забой отошел от второй скважины на расстояние 350 м.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при совместном применении дегазации и отвода метановоздушной смеси из выработанного пространства через фланговую скважину представляется возможным не только снизить газообильность участка до требуемого уровня, но и предотвратить скопление метана на сопряжении лавы с вентиляционным штреком. Эффективность дегазации при этом обеспечивается на уровне 70-85 %.

Экспериментальными работами на шахте «Комсомолец» установлено, что в случае каптажа метана с помощью двух дегазационных установок, подключенных к вертикальным скважинам, пробуренным с дневной поверхности, и отсоса метана с помощью вентилятора ВМЦГ-7 через фланговые скважины, расстояние между дегазационными скважинами можно увеличить до 350 м.

Обобщенные данные по области применения и эффективности рассмотренных технологических схем дегазации для Центрального района Кузбасса при газоносности угольных пластов свыше 12,0 $м^3$/т представлены в табл. 1. Примерно равной эффективностью обладают схемы 4 и 5, по трудоемкости реализации схема 5 существенно (до 2 раз) эффективнее.

С оставлением межлавных целиков угля (а)



С выемкой межлавных целиков угля (б)

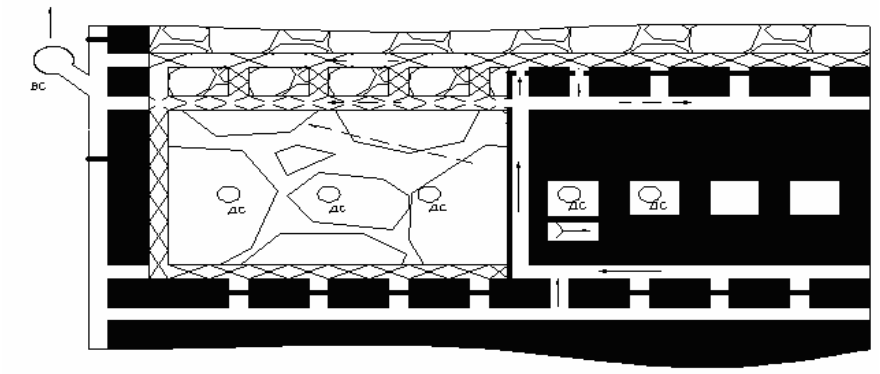


Рис. 4. Комбинированные технологии управления газовыделением высокопроизводительного выемочного участка

На базе результатов шахтных экспериментов нами принята к дальнейшему рассмотрению комбинированная технология управления газовыделением высокопроизводительного выемочного участка, включающая дегазацию сближенных пластов и выработанного пространства через вертикальные скважины с поверхности и отвод метановоздушной смеси через частично поддерживаемые и неподдерживаемые выработки на фланговую скважину, оборудованную вентилятором типа ВМЦГ. Принципиальные технологические схемы управления газовыделением выемочного участка, принятые к исследованию, представлены на рис. 4.

Для реализации рациональных технологических параметров и газодинамических режимов выемочного участка с использованием предложенной комбинированной технологической схемы управления газовыделением нами выполнены исследования, включающие:

- исследование газового баланса выемочного участка, проницаемости и

Таблица 2

Характеристика объектов исследования

Шахта	Глубина горных работ, м	Мощность пласта, м	Длина: лавы/ столба, м	Нагрузка на лаву, т/сут	Природная газоносность, $м^3/т$	К-во подаваемого воздуха, $м^3/мин$	Абсолютное газовыделение участка, $м^3/мин$
Им. С.М. Кирова	450,0	2,4	240/1640	3450,0	22,3	1860,0	16,3
Им. 7-е Ноября	320,0	1,85	195/1820	2950,0	18,4	1650,0	15,5
«Октябрьская»	330,0	2,8	190/2200	2740,0	19,4	1680,0	14,2
«Полысаевская»	350,0	2,45	240/1980	3100,0	18,4	1750,0	17,1
«Комсомолец»	450,0	2,6	220/1800	2950,0	23,5	1980,0	15,2
«Чертинская»	320,0	2,75	180/1340	1950,0	22,5	1400,0	18,2

аэродинамического сопротивления выработанных пространств;

- исследование распределения метановыделения и расхода воздуха по длине лавы и участковым выработкам.

Исследование аэрогазодинамики выработанных пространств осуществлялось методом активных шахтных экспериментов с учетом особенностей подготовки и отработки высокопроизводительных выемочных участков. Были применены апробированные методики замеров и обработки результатов.

Целью исследований является установление закономерностей распределения проницаемости выработанных пространств значительных площадей в пространстве и во времени. Результаты исследований положены в основу определения рациональных параметров заложения дегазационных скважин с поверхности, фланговых скважин и режимов их работы. Методологическую основу исследований и обработки их результатов составляют положения работы Пучкова Л.А. [1].

Натурные наблюдения и эксперименты выполнялись на пяти наиболее газообильных шахтах Ленинского района: им. С. М. Кирова, им. 7–е Ноября, им. Ярославского, «Полысаевская» и «Комсомолец». Наблюдения выполнялись на 12 шахтопластах, в которых, располагалось 18 выемочных полей. В каждом из них располагались 1—3 выемочных столба с 1—2 проводимыми выработками. Характеристика объектов исследования приведена в табл. 2.

На основе анализа статистических данных было установлено, что в структуре газового баланса выемочных участков газовыделение из угольных пластов при ведении очистных и подготовительных работ составляет в среднем 23 % (от1,2 до 9,9 $м^3$/мин), а

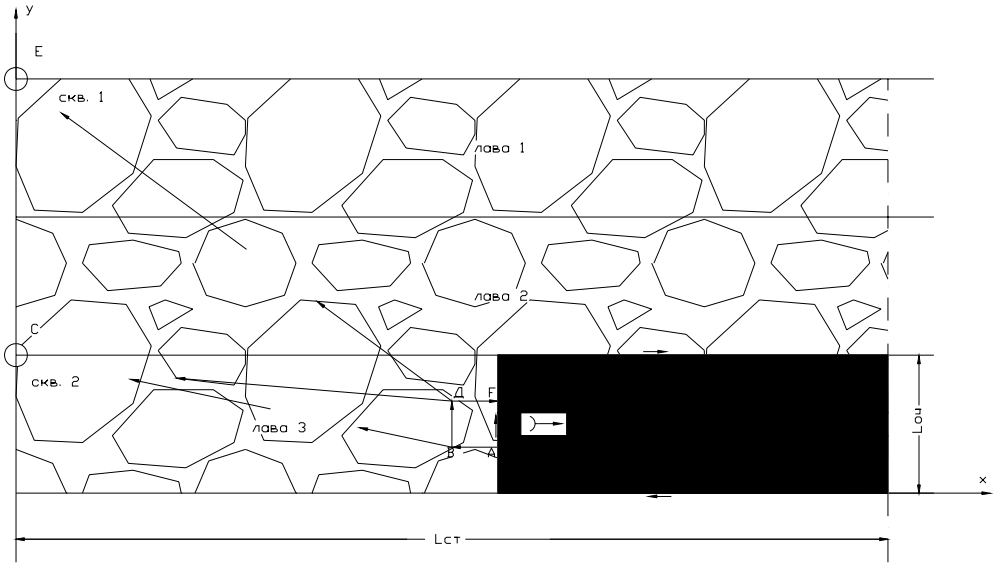


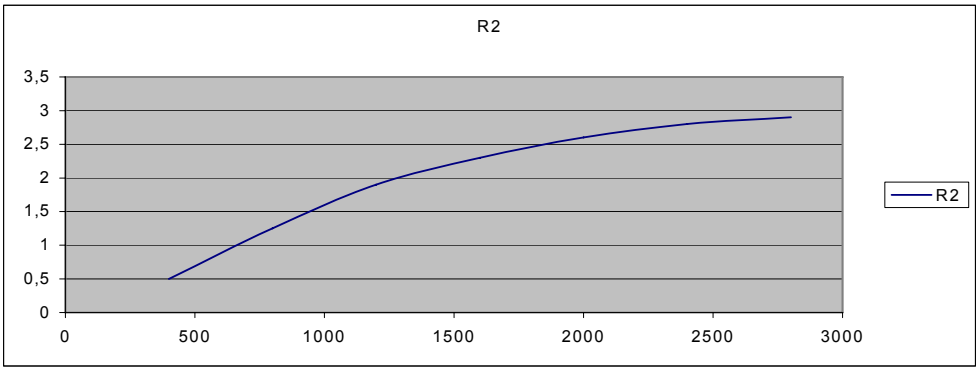
Рис. 5. Расчетная схема

из старых выработанные пространств — 77 % (от 7,7 до 13,3 м^3/мин). Следовательно, главным фактором, сдерживающим повышение производительности выемочных участков, является газовыделение из выработанных пространств.

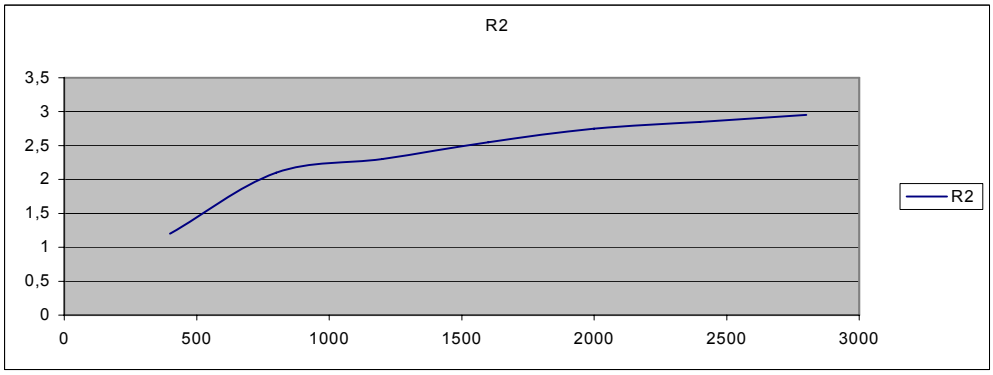
Разработанный в МГГУ метод определения сопротивления выработанных пространств по их среднеинтегральным параметрам [1] позволяет рассчитывать аэродинамику выработанного пространства значительных объемов. На рис. 5 и 6 приведены схема к расчету и результаты расчета аэродинамического сопротивления выработанных пространств выемочных участков при бесцеликовой системе отработки. На схеме показано, что интегральный поток утечек разделяется на три ветви — один поток выходит в выработки действующего участка (точка *F),* второй — на фланговую скважину № 2 действующего выемочного столбов (точка С), третий — на фланговую скважину № 1 вышележащего отработанного столба (точка Е).

На основе результатов мониторинга шахтной атмосферы в выемочных и фланговых выработках и данных по газовыделению в скважины нами, построены зависимости фильтрационного сопротивления вы-работанного пространства от длины выработанного пространства действующего участка и количества отработанных выемочных участков, рис. 6. Зависимости построены для условия турбулентного режима фильтрации при потоке газа между очистным забоем и скважиной 1 (схема рис. 5).

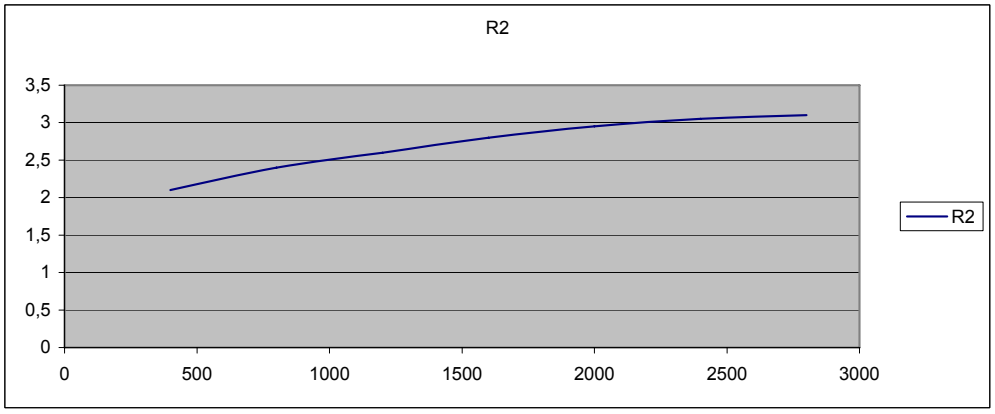
Использование установленных зависимостей аэродинамических сопротивлений выработанных пространств больших объемов позволяют определять рациональные параметры заложения дегазационных вертикальных и фланговых скважин и режимы их работы при дегазации выработанных пространств, что имеет существенное практическое значение при применении комбинированных способов управления газо-



Для двух отработанных столбов



Для четырех отработанных столбов



Для шести отработанных столбов

Рис. 6. Результаты расчета фильтрационного сопротивления (R_2, Па·с^2/м^6·10^3) выработанных пространств

выделением, а также должно учитываться при конструировании технологических схем подготовки и отработки запасов угля.

Для обоснования рациональных параметров комбинированной технологии управления газовыделением высокопроизводительных выемочных участков с учетом полученных моделей фильтрации метановоздушных смесей в выработанных пространствах нами выполнены шахтные исследования по регулированию газовых потоков в пределах выемочных участков.

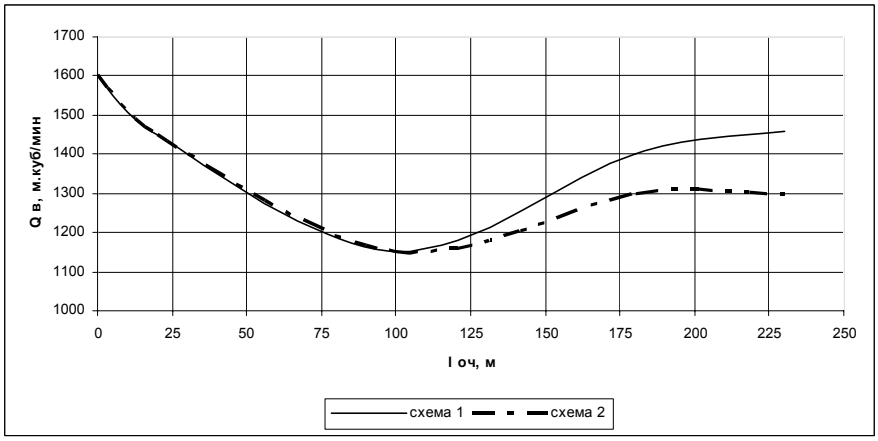
Экспериментальные исследования выполнены на поле шахты им. С.М. Кирова при отработке пластов «Болдыревский» и «Поленовский». Мощность пластов соответственно 2,4 и 1,75 м, природная газоносность 15,4 и 22,3 м^3/т. Лава 25-85 отрабатывалась с оставлением межлавных целиков угля по схеме рис. 4, *а*, а лава 24-48 по схеме рис. 4, *б* с выемкой межлавных целиков. Обе лавы оборудованы комплексами очистного оборудования «Джой». Среднесуточные нагрузки на очистной забой составляли 3000 т/сут при максимальной до 9500 т/сут. Прогнозная газообильность лавы 25-85 составляла 16,2 м^3/мин, лавы 24-48 – 14,3 м^3/мин.

При отработке лавы 25-85 вентиляционный штрек частично поддерживался за лавой возведением бетонных опор из быстротвердеющего материала по технологии Германской компании CarboTech Fosroc. Размер опор 1×1 м, расстояние между опорами 5 м. По визуальным наблюдениям штрек сохранял за лавой 20-30 % первоначального сечения для прохода воздуха.

Управление газовыделением на участке осуществлялось системой вертикальных скважин с поверхности и отсосом метановоздушной смеси через частично поддерживаемый вентиляционный штрек и фланговую скважину, оборудованную вентилятором УВЦГ-7М. Были проведены инструментальные замеры расхода воздуха и газовыделения вдоль очистного забоя, рис. 7. От сопряжения с конвейерным штреком до вентиляционного штрека расход воздуха по лаве изменялся по известной зависимости для возвратноточных схем проветривания. Стабилизация расхода воздуха в верхней части лавы обусловлена утечками через частично поддерживаемый вентиляционный штрек.

Абсолютное газовыделение в лаву нарастало по длине очистного забоя, имело максимум в 40–60 м. от верхнего сопряжения, далее резко снижалось к вентиляционному штреку. Выявленный максимум газовыделения отмечался и в других очистных забоях, использующих для дегазации фланговые скважины. В данном случае ***частично поддерживаемого*** вентиляционного штрека максимум выражен значительно. Изложенное можно рассматривать как существенный недостаток рассмотренной комбинированной схемы дегазации.

При отработке лавы 24-48 одновременно вынимался целик угля шириною 40 м на уровне вентиляционных штреков. Существенно осложнял ведение горных работ в лаве нарушенный участок пласта и кровли в зоне подрабатываемого вентиляционного штрека. Было принято решение об упрочнении пород кровли в зоне выработки полиуретановой смолой по технологии компании CarboTech Fosroc. Дополнительного крепления штрека не производилось. Кровля и борта выработки обуривались по контуру по 7 шпуров длиною 3,5–4,0 м с шагом 6,0 м. В оперативном режиме осуществлялось нагнетание в шпуры компонентов вяжущего материала. Визуальные наблюдения за процессами посадки и обрушения кровли в зоне подрабатываемого с упрочненными породами контура штрек показали, что обрушение происходит крупными блоками с сохранением высокой проницае-



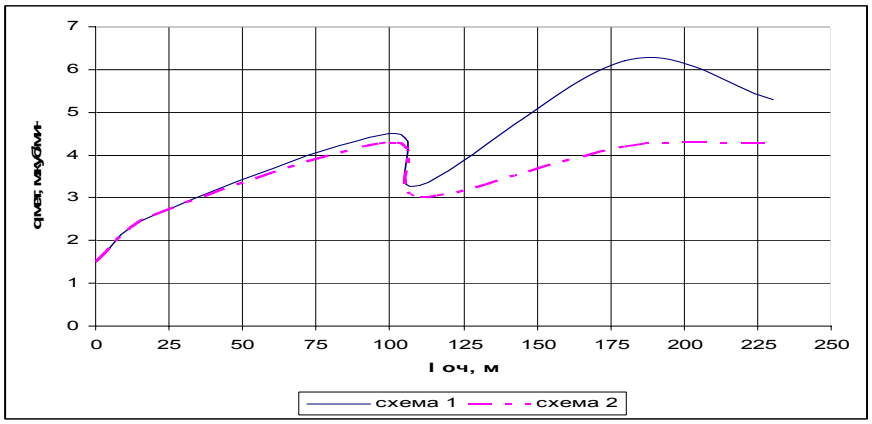


Схема 1. Отработка с оставлением межлавных целиков
Схема 2. С выемкой целиков

Рис. 7. Распределение расхода воздуха и газообильности по длине лавы.

мости выработанного пространства. Фактически создавался в выработанном пространстве высокопроницаемый канал для движения газа.

Частично сохранялся бетонными опорами для повторного использования для проветривания тупиковой части очистного забоя конвейерный штрек.

Управление метановыделением на выемочном участке лавы 24-48 осуществлялось по комбинированной схеме с использованием системы вертикальных скважин с поверхности, а также извлечению газа через частично поддерживаемый вентиляционный штрек и высокопроницаемый канал в зоне подработанного штрека. В лаве был выполнен комплекс замеров газовой обстановки, рис. 7. Характер распределения расхода воздуха сохранился с несколько снижением в области вентиляционных штреков. Существенно изменилось газовыделение в верхней части лавы. Обработанные полиуретаном боковые породы вентиляционного штрека обеспечили извлечение значительного количества метана через соз-

данный газодренажный канал, что устранило максимум метановыделения в верхней части лавы.

Результаты шахтных экспериментов подтверждают эффективность управления газовыделением с применением комбинированных технологических схем, обеспечивающих регулирование газовых потоков в выработанных пространствах выемочных полей.

Следует отметить, что частичное сохранение штрека для повторного использования, а также обработка нарушенных участков угольного плас-та и вмещающих пород в зоне подрабатываемой выработки определяется условиями высокопроизводительной с минимальными эксплуатационными потерями угля отработки запасов выемочных полей. Следова-тельно, затраты на эти мероприятия не учитываются при реализации технологии управления метановы-делением.

В условиях эксперимента размер межлавного целика (40 м) выбирался из условия геомеханического обеспечения безопасности горных работ. Нами предполагается выполнение дальнейших исследований по оптимизации параметров предложенной комбинированной технологии обеспечения метанобезопасности высокопроизводительных выемочных участков, в частности определения рационального размера и шага возведения бетонных опор по критерию проницаемости частично поддерживаемой выработки, оптимизации по комплексному критерию размера межлавного целика, уточнения паспорта упрочнения бортов и кровли подрабатываемого штрека.

Представляет также интерес оптимизация параметров и режимов работы системы вертикальных дегазационных скважин в условиях существенно возросших геометрических размеров и интенсивности горных работ на высокопроизводительных выемочных участках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пучков Л.А.* Аэродинамика подземных выработанных пространств. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1993, 267 с.

2. *Пучков Л.А., Сластунов С.В., Коликов К.С.* Извлечение метана из угольных пластов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2002, 383 с.

3. *Красюк Н.Н., Золотых С.С.* Метан угольных месторождений и способы управления газовыделением в шахтах. – М.: МГГУ, 2004, 94 с.

Коротко об авторах

Пучков Лев Александрович – член-корреспондент РАН, ректор Московский государственный горный университет,

Красюк Николай Николаевич – профессор Московский государственный горный университет,

Шайдо Сергей Петрович - горный инженер, технический директор ОАО ТД «Александровскмашсервис»,

Пинскер Валерий Львович – генеральный директор ОАО «Шахта им. С.М. Кирова».