ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ТОПЛИВНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ГОСПЛАНЕ СССР

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВостНИИ

РУКОВОДСТВО

по проветриванию гидроучастков шахт Кузбасса

КЕМЕРОВО 1964

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ТОПЛИВНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ГОСПЛАНЕ СССР

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВостНИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер комбината
Кузбассуголь
В. КРЫЛОВ

СОГЛАСОВАНО:
Начальник управления Кузнецкого
горного округа Госгортехнадзора
РСФСР
В. БАРАБАНОВ

РУКОВОДСТВО

по проветриванию гидроучастков шахт Кузбасса

КЕМЕРОВО 1964

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на шахтах Кузнецкого бассейна все большее распространение получает гидравлическая добыча угля, которая вносит существенные изменения в аэрогазодинамические режимы угольных шахт. В связи с этим существующие методы расчета количества воздуха и схемы вентиляции шахт должны учитывать особенности, возникающие при гидравлической добыче угля.

Методика расчета количества воздуха, необходимого для проветривания выработок участков и гидрошахт, в целом создана на основе «Временной инструкции по расчету количества воздуха, необходимого для проветривания шахт Кузбасса», разработанной и внедренной ВостНИИ на шахтах Кузнецкого бассейна. Руководство предназначено для применения на действующих гидрошахтах Кузбасса. В руководстве учтены замечания, сделанные работниками производства и сотрудниками научно-исследовательских организаций.

Руководство составлено научными сотрудниками ВостНИИ канд. техн. наук А. А. Мясниковым, инж. Ю. Б. Ворониным, Ю. С. Сосновским, Г. Г. Богдановым и Д. М. Пролыгиным.

ГЛАВА I

ПРОВЕТРИВАНИЕ ОЧИСТНЫХ ГИДРОЗАБОЕВ

§ 1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СХЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ГИДРОУЧАСТКОВ

Система подэтажной гидроотбойки является самой распространенной системой разработки мощных крутопадающих пластов. При мощности пласта до 8,0 *м* в подэтаже проходится один выемочный штрек (однопанельная выемка). При мощности пласта более 8,0 *м* в подэтаже проходятся два и более выемочных штреков.

При однопанельной подэтажной гидроотбойке очистной забой представляет собой тупиковую камерообразную выработку объемом от нескольких кубических метров до 200—300 $м^3$ и имеет только одну примыкающую к нему подготовительную выработку (рис. 1). Поэтому проветривание такого забоя можно осуществить только за счет вентиляторов местного проветривания.

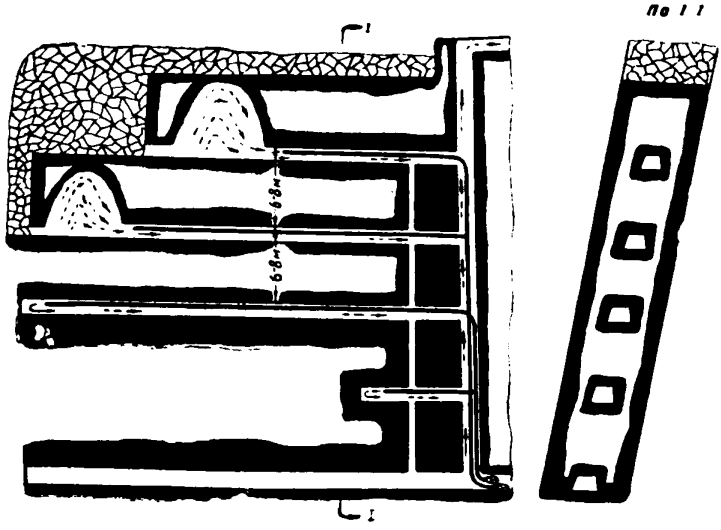

Рис. 1. Схема проветривания при подэтажной гидроотбойке с одним выемочным штреком

Системой подэтажной гидроотбойки с двумя и более выемочными штреками в подэтаже отрабатываются пласты крутого падения мощностью от 8,0 *м* и выше. Проветривание очистных и подготовительных забоев при этом варианте подэтажной гидроотбойки осуществляется как вентиляторами местного проветривания, так и за счет общешахтной депрессии.

При проветривании вентиляторами местного проветривания установка их производится на аккумулирующем штреке до ходовой печи. Свежий воздух по вентиляционным трубам подается к забоям и, омыв их, по выемочным штрекам поступает на ходовую печь, на вентиляционный горизонт и далее на поверхность. Устанавливать вентиляторы на блоковых подэтажных ортах не представляется возможным из-за недостаточного количества воздуха, поступающего на выемочные участки, и трудности осуществления за ними контроля. Поэтому вентиляторы устанавливаются только на аккумулирующих штреках. От вентилятора трубы прокладываются по ходовой печи, а в подэтажах разветвляются с помощью колен по выемочным штрекам. Один вентилятор обычно проветривает один подэтаж, в котором ведутся очистные работы.

Замерами количества воздуха установлено, что при проветривании вентиляторами местного проветривания к очистным забоям, как правило, поступает недостаточное количество воздуха (20—40 *м*³/*мин*). Кроме того, проветривается только выемочный штрек, так как в очистной забой воздух почти не поступает; это объясняется тем, что конец вентиляционной трубы не доходит до последней рамы крепления штрека перед очистным забоем на 4,0—5,0 *м*. Подводить же ближе вентиляционную трубу практически невозможно из-за недостаточных размеров выемочных штреков и неудобства работы гидромониторщика на сопряжении выемочного штрека с очистным забоем.

В связи с этим разжижение метана в куполе и очистном забое происходит за счет явлений переноса и турбулентных потоков воздуха, обусловленных движением струи воды из гидромонитора.

При остановке же гидромонитора в забоях, где имеется хотя бы небольшое газовыделение, наблюдается скопление метана и углекислого газа до недопустимых концентраций. Скопления газов в очистных забоях при системе подэтажной гидроотбойки во время остановки гидромониторов было

установлено на гидроучастках шахт «Зиминка-3-4», «Коксовая-1» и «Красногорская».

Результаты анализов проб шахтного воздуха после взрывных работ, до включения и после включения в работу гидромониторов на шахте «Красногорская» показывают, что производство взрывных работ в очистных гидрозабоях вызывает всегда увеличение метановыделения, особенно резко после включения в работу гидромониторов. Поэтому при значительной метаноносности разрабатываемого пласта и при проветривании очистного гидрозабоя за счет вентиляторов местного проветривания возможны случаи загазования выработок, служащих для отвода исходящей струи из забоев.

Ниже рекомендуются схемы проветривания очистных забоев за счет общешахтной депрессии, которые применялись на шахтах Кузбасса.

На гидроучастке шахты «Коксовая-1» проветривание очистных забоев при подэтажной системе разработки осуществлялось за счет общешахтной депрессии. Свежая струя в подэтажах в этом случае отделяется от исходящей струи тесовыми перемычками, устанавливаемыми в ортах между пульпоспускной и вентиляционной печами или в подэтажных штреках на участке между печами (рис. 2). Свежий воздух с

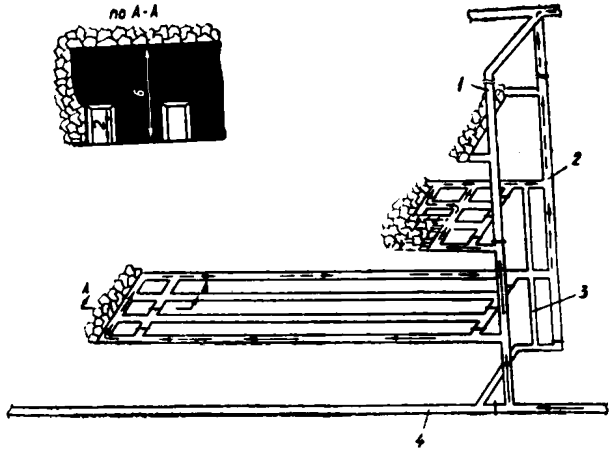

Рис. 2. Схема проветривания очистных забоев при подэтажной гидроотбойке за счет общешахтной депрессии на шахте «Коксовая-1»: 1 — ходовая печь; 2 — вентиляционная печь; 3 — пульпоспускная печь; 4 — аккумулирующий штрек.

аккумулирующего штрека поступал в вентиляционную печь, с которой распределялся по выработкам работающих подэтажей. Выемка угля производится из орт, проходимых между подэтажными штреками через каждые 6.0 м. Воздух для проветривания забоя поступает по выемочному штреку, затем по орту, сохраняемому со стороны завала с помощью стоек и металлической сетки, и, омыв очистной забой, уходит на другой выемочный штрек.

Для обеспечения устойчивого проветривания должен быть резервный орт на случай перекрытия отбитым углем или породой рабочего орта.

На шахте «Красногорская» применялась схема проветривания забоев за счет общешахтной депрессии при помощи орт, пройденных в середине заходок (рис. 3). Эта схема предусматривает такое проветривание очистного забоя, при котором воздух движется из одного выемочного штрека в другой непосредственно по куполу очистного забоя. Купол очистного забоя при данной схеме образуется в результате взрывания веерообразных шпуров по всей длине орта, т. е. между выемочными штреками не оставляется сплошного целика угля. Взрывание шпуров по всей длине орта производится одновременно.

Для обеспечения нормального проветривания очистного забоя и в целом всех выработок подэтажа при взрывных работах необходимо иметь, кроме рабочих, еще резервные орты, в которых должны устанавливаться перемычки. Резервный орт должен быть подготовлен до взрывания зарядов в рабочем орте.

Система разработки длинными столбами по простиранию с выемкой угля с помощью скважин применяется на пластах крутого падения мощностью до 3,0—3,5 м в условиях шахт «Зиминка-3-4» и «Красногорская». Сущность системы заключается в том, что пласт, подготовленный аккумулирующим, параллельным и вентиляционным штреками, разбивается по падению на подэтажи высотой 20,0—30.0 *м*.

Выемка угля в лавах производится с помощью скважин, пробуренных по середине мощности пласта, параллельно очистному забою на всю длину последнего через каждые 1,0—1,5 *м* с последующим их заряжанием и взрыванием.

Очистные забои при этой системе разработки проветриваются за счет общешахтной депрессии. Свежий воздух с аккумулирующего штрека поступает по ходовой печи на

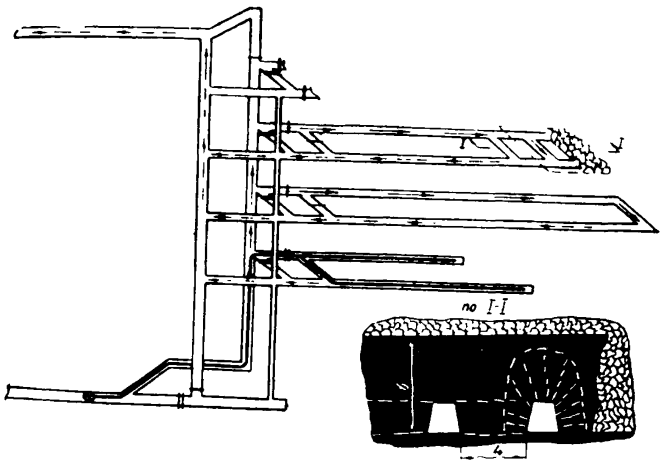

Рис. 3. Схема проветривания очистных забоев при подэтажной гидроотбойке за счет общешахтной депрессии на шахте «Красногорская»

подэтажный или параллельный штрек и далее в лаву. Из очистного забоя воздух уходит по вентиляционному штреку и ходовой печи в общую исходящую струю участка. Однако после взрывания скважин вентиляционные пути перекрываются, вследствие чего нарушается нормальное проветривание.

Наблюдениями установлено, что для проветривания очистных забоев после взрывных работ требуется больше времени, чем в лавах с обычной технологией выемки угля. Это объясняется тем, что после взрывания шпуров сопряжение лавы с нижним штреком бывает перекрыто отбитым углем, вследствие чего на вентиляционном штреке в течение продолжительного времени (1,0—1,5 *ч*) сохраняется недопустимая концентрация ядовитых газов. Наблюдения, проведенные на шахтах «Красногорская» и «Зиминка-3-4», показали, что после взрывных работ недопустимая концентрация ядовитых газов сохраняется в течение 80 *мин*, и при этом в течение 50 *мин* воздух через призабойное пространство почти не проходит.

Для обеспечения устойчивого проветривания призабойного

пространства при взрывном способе выемки угля необходимо в средней части выемочного столба проходить промежуточный штрек (рис. 4).

В период, когда место сопряжения очистного забоя с первым параллельным штреком пересыпано углем, воздух по передовой печи поступает на промежуточный штрек, а из него — в верхнюю часть призабойного пространства очистного забоя. Таким образом очистной забой обеспечивается устойчивым проветриванием независимо от производственных процессов.

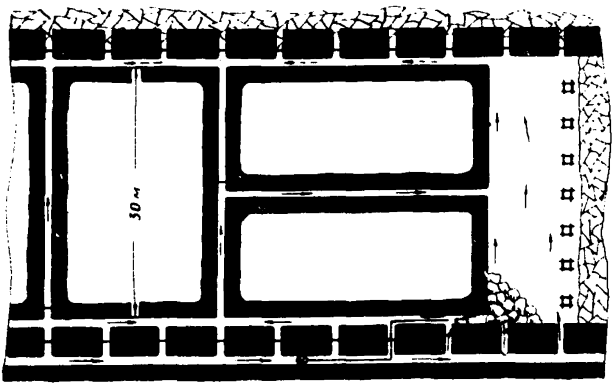

Рис. 4. Схема проветривания при взрывном способе выемки угля

Кроме того, в некоторых случаях при достаточной ширине барьерных целиков и крепких углях непрерывное разжижение вредных газов, выделяющихся на вентиляционный штрек, может быть обеспечено с помощью скважины, пробуренной в целике угля, оставленном между полосами. Эта схема была успешно опробована в условиях шахты им. Димитрова при разработке пласта II Восточного. Скважина диаметром 500 *мм*, пробуренная в целике угля, позволила ликвидировать случаи загазования мест сопряжения очистного забоя с вентиляционным штреком.

Место установки гидромонитора проветривается за счет общешахтной депрессии с помощью сбоек, пройденных между параллельным и промежуточным штреком. В случае отсут-

ствия параллельного штрека проветривание необходимо осуществлять с помощью вентилятора местного проветривания.

Ведение горных работ при взрывном способе выемки угля должно производиться в соответствии с «Временной инструкцией по безопасному ведению горных работ при взрывном способе выемки угля».

Система длинных столбов по восстанию с выемкой заходками по падению применяется на пластах пологого падения средней мощности (гидрошахта «Полысаевская-Северная»).

Забои очистных и подготовительных выработок при этой системе разработки проветриваются вентиляторами местного проветривания (рис. 5). Проведенными наблюдениями установлено, что очистные забои проветриваются лишь во время работы гидромонитора. Поэтому даже при незначительном газовыделении во время остановки гидромонитора происходит накопление ядовитых и взрывчатых газов, которые при работе гидромонитора вымываются из забоя, попадая в выемочную печь или штрек, где работают люди, а также в выработки с нисходящим движением воздушной струи.

На основе анализа наблюдений проветривания очистных забоев на пологих пластах средней мощности при системе

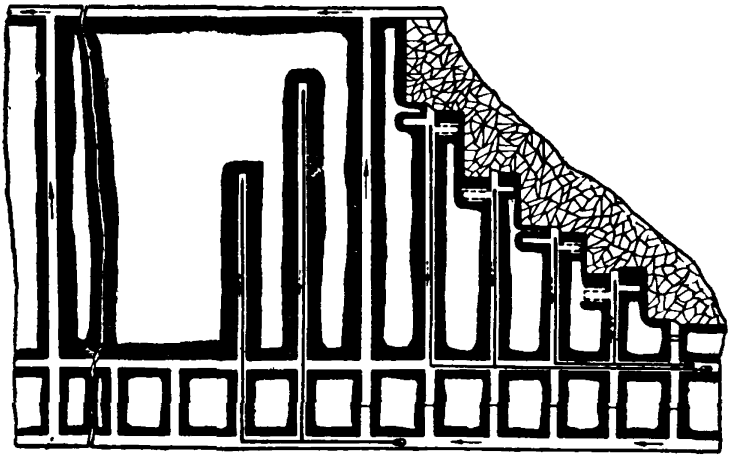

Рис. 5. Схема проветривания очистных забоев с помощью вентиляторов местного проветривания на шахте «Полысаевская-Северная»

разработки длинными столбами по восстанию с выемкой полосами по падению рекомендуется схема проветривания за счет общешахтной депрессии с помощью сбоек между выемочными печами (рис. 6). Сущность схемы заключается в том, что сбойки, служившие раньше только для выемки угля, проходятся сразу по диагонали на всю длину (от одной выемочной печи до другой) и используются для обеспечения проветривания очистных забоев за счет общешахтной депрессии.

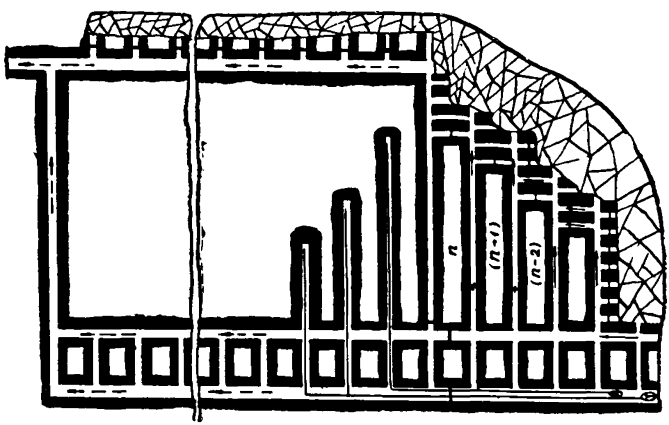

Рис. 6. Рекомендуемая схема проветривания очистных забоев за счет общешахтной депрессии

Свежий воздух с параллельного штрека поступает в первую выемочную печь и, омыв очистной забой, уходит по забойной сбойке в следующую выемочную печь. Во второй печи струя подсвежается и поступает в следующий забой и т. д. Из последнего очистного забоя воздух попадает в вентиляционную печь и оттуда на вентиляционный горизонт. Если какая-нибудь из забойных сбоек будет временно засыпана углем (что вполне возможно в первое время после взрывания шпуров), то воздух для проветривания следующих забоев будет проходить по резервной сбойке которая должна быть обязательно пройдена к моменту начала работ по выемке в очистном забое.

Камерная система разработки применяется на гидроучастках шахты «Томусинская-1-2» при разработке

пологопадающего пласта мощностью 8—9 *м*. Длина выемочных участков составляет по простиранию 250—300 *м* и по восстанию 100—200 *м*. Подготовка каждой камеры заключается в проведении двух печей по восстанию пласта у почвы и кровли пласта. Нижняя печь служит для поступления свежего воздуха в очистной забой и для ведения буровзрывных работ, а верхняя печь — для ведения буровзрывных работ и отвода исходящей струи воздуха (рис. 7).

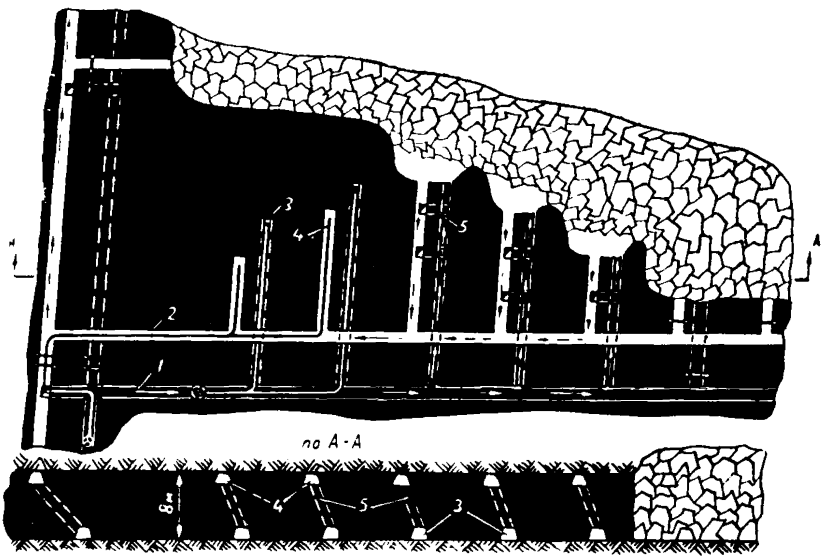

Рис. 7. Схема проветривания очистных выработок при камерной системе разработки на шахте «Томьусинская-1-2»: 1 — аккумулирующий штрек; 2 — вентиляционный штрек; 3, 4 — выемочные штреки соответственно у почвы и кровли пласта; 5 — сбойка.

Очистные забои проветриваются за счет общешахтной депрессии. Свежий воздух с аккумулирующего штрека поступает в выемочные печи, пройденные у почвы пласта, и, омыв очистные забои, по вентиляционным печам, сбойке и вентиляционной печи соседней камеры направляется в вентиляционный штрек участка. Для обеспечения устойчивого режима проветривания очистных забоев во время взрывных работ необходимо в каждой заходке (через 6—8 *м*) между нижней и верхней выемочными печами проходить сбойки.

§ 2. ВЫБОР СПОСОБА ПРОВЕТРИВАНИЯ ОЧИСТНЫХ ГИДРОЗАБОЕВ

Применение вентиляторов местного проветривания для проветривания очистных забоев на гидрошахтах находит широкое применение потому, что во всех случаях пользуются правом установки этих вентиляторов, не испробовав всех возможностей организации проветривания за счет общешахтной депрессии.

В проектах вентиляции забоев отсутствуют какие-либо расчеты возможности проветривания очистных гидрозабоев за счет общешахтной депрессии.

При гидродобыче для отбойки и рыхления угля применяются взрывчатые вещества, поэтому скопившийся газ в куполах очистных гидрозабоев при подэтажной гидроотбойке становится очень опасным при ведении взрывных работ, так как подобные очаги скопления взрывчатых газов не могут быть заранее обнаружены. Кроме того, с этими скоплениями не ведется никакой борьбы, так как купол очистного забоя при проветривании вентилятором местного проветривания совершенно не омывается воздушной струей.

Кроме того, очистной забой имеет большие размеры, а в месте входа и выхода воздушной струи установлен гидромонитор и работает гидромониторщик, поэтому большая часть воздуха в забой не попадает.

Наблюдениями установлено, что время проветривания очистных камерообразных гидрозабоев вентиляторами местного проветривания в два раза больше, чем время проветривания этих же забоев за счет общешахтной депрессии, так как коэффициент использования воздуха в два раза больше коэффициента использования при проветривании вентиляторами местного проветривания и при отставании вентиляционных труб от очистного забоя не более 5 *м*.

Поэтому для обеспечения нормального проветривания очистного забоя при проветривании с помощью вентиляторов местного проветривания требуется в два раза больше воздуха по сравнению с количеством воздуха при проветривании такого же забоя за счет общешахтной депрессии.

Таким образом, проветривание очистных камерообразных забоев вентиляторами местного проветривания не обеспечивает разжижения метана до допустимых концентраций, поэтому там, где оно применяется, полученное по расчету

количество воздуха необходимо увеличить не менее чем в два раза.

В связи с этим очистные забои при системах разработки с гидромеханизацией рекомендуется проветривать преимущественно за счет общешахтной депрессии.

При применении подэтажной гидроотбойки с одним выемочным штреком и при ожидаемом выделении метана из выработок одного подэтажа более 0,5 *м*³/*мин* каждый забой должен проветриваться отдельным вентилятором (разветвление вентиляционного трубопровода в другие выработки не допускается).

При подэтажной гидроотбойке с двумя выемочными штреками и выделении метана из выработок одного подэтажа свыше 1,0 *м*³/*мин* проветривание забоев разрешается производить только за счет общешахтной депрессии. При системе разработки длинными столбами по восстанию с выемкой заходками по падению при метанообильности каждого очистного забоя (заходка, выемочная печь и выработанное пространство) свыше 0,5 *м*³/*мин* одним вентилятором разрешается проветривать не более двух очистных забоев. При общей метанообильности выработок выемочного участка свыше 3,0 м³/мин проветривание очистных забоев должно осуществляться только за счет общешахтной депрессии.

Метанообильность очистных выработок участка определяется путем замера воздуха и содержания метана на вентиляционном, параллельном и аккумулирующем штреках. Из общего дебита метана исключается выделение метана из проходимых подготовительных выработок в пределах выемочного участка. Полученная разность делится на количество очистных забоев. Эта величина характеризует среднюю метанообильность очистного забоя.

Исследованиями ВостНИИ установлено, что зона дегазации мощного крутопадающего пласта с помощью подготовительных выработок в условиях Прокопьевского месторождения распространяется по восстанию за один месяц на 20—30 *м*, а за три месяца до 40 *м*. Поэтому для снижения метанообильности выемочных штреков в период их проведения и выемке угля можно принять следующий порядок подготовки выемочных полей:

1) Выемочные (подэтажные) штреки проходятся через 20 *м* (3—4 подэтажа) до границы выемочного участка и соединяются с тупиком аккумулирующего штрека с помощью скважин или печей (рис. 8, *а*).

2) При отсутствии аккумулирующего штрека выемочные штреки проходятся также через 20 *м* и для обеспечения проветривания *за счет общешахтной депрессии* соединяются с помощью скважин или печей у границы выемочного поля (рис. 8, *б*).

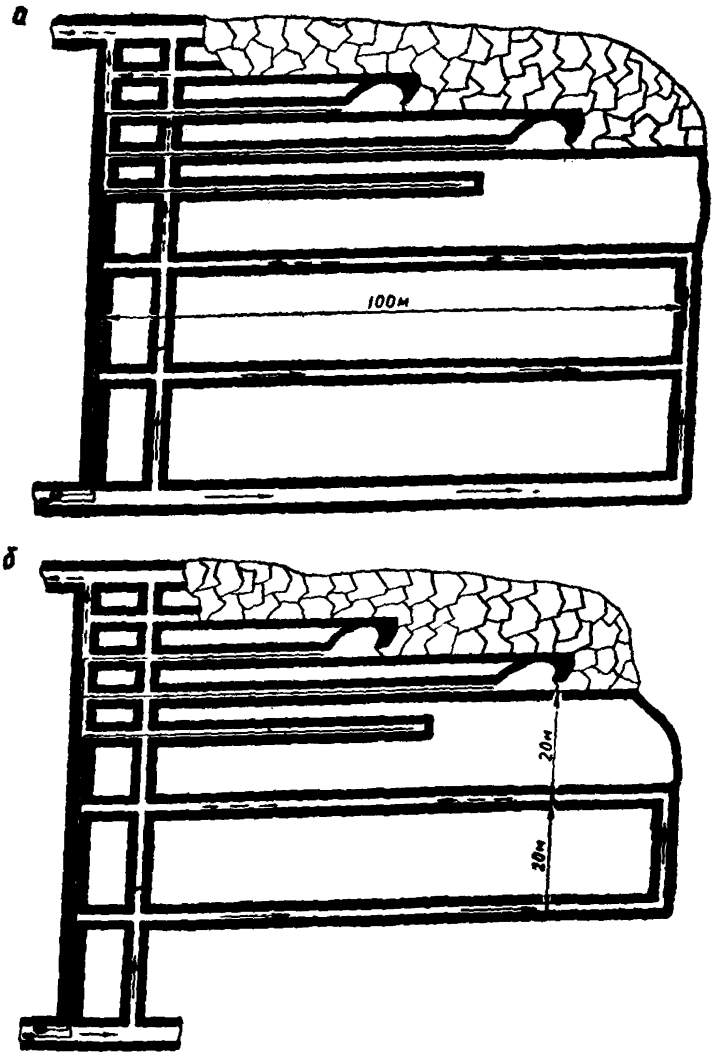

Рис. 8. Рекомендуемые схемы подготовки выемочных участков в условиях метаноносных пластов

Такой порядок подготовки выемочных полей позволит без проведения дегазационных работ перераспределить метановыделение во времени и управлять выделением метана только с помощью проветривания.

§ 3. РАСЧЕТ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ВЫРАБОТОК ВЫЕМОЧНОГО УЧАСТКА

Метанообильность выработок выемочного участка действующей шахты должна приниматься равной фактической метанообильности выработок, пройденных в аналогичных условиях. В исключительных случаях она может быть приближенно определена расчетным способом.

Средняя метанообильность выработок участка определяется из уравнения

$$I = I_п + I_о + I_{вп}\ , м^3/мин, \qquad (1)$$

где $I_п$ — метанообильность подготовительных выработок, $м^3/мин$;

$I_о$ — метанообильность очистного забоя, $м^3/мин$;

$I_{вп}$ — метанообильность выработанного пространства, $м^3/мин$.

Метанообильность подготовительных выработок определяется по формулам (15) и (16) или (17).

Средняя метанообильность очистного забоя при щитовой и нижнего слоя при комбинированной (вариант шахты 3-3-бис) системах разработки определяется по формуле

$$I_о = G\left(\frac{2nmL}{t_п} + \frac{V_щ S_щ}{\sqrt{t_п}}\right), м^3/мин, \qquad (2)$$

где G — здесь и далее в формулах количество метана, выделяющегося в среднем с обнаженной поверхности угля в течение первых суток после обнажения, $м^3/м^2\ мин$;

m — мощность разрабатываемого пласта, $м$;

n — количество углеспускных печей;

L — максимальная длина углеспускной печи, $м$;

$t_п$ — время прохождения печи, сутки;

$V_щ$ — скорость подвигания щита по падению, $м$/сутки;

$S_щ$ — площадь подщитового пространства, $м^2$.

Площадь подщитового пространства определяется из произведения длины щитового перекрытия на мощность пласта.

Значение G для действующих разрабатываемых пластов определяется по формулам (19) и (20) на основании газовых съемок, проведенных в подготовительных выработках.

При известном значении природной метаноносности угольных пластов значение G можно определить из выражения

$$G = \frac{x_0 \gamma}{2880}, \quad м^3/м^2 мин,$$

где x_0 — природная метаноносность угольного пласта, $м^3/т$;

γ — удельный вес угля, $т/м^3$.

Средняя ожидаемая метанообильность очистного забоя верхнего слоя для обоих вариантов комбинированной системы разработки с гибким перекрытием определяется по формуле

$$I_0 = GL\,[h_1 + 0{,}57\,(m - h_1)], \quad м^3/мин, \qquad (3)$$

где L — длина очистного забоя, $м$;

h_1 — мощность монтажного слоя, $м$.

Средняя метанообильность очистного забоя нижнего слоя при комбинированной системе разработки определяется по формуле

$$I_н = 0{,}22\,GL\,(m - h_1), \quad м^3/мин, \qquad (4)$$

где $I_н$ — метановыделение из очистного забоя нижнего слоя, $м^3/мин$;

L — длина очистного забоя (высота подэтажа), $м$.

При взрывном способе выемки угля (длинные скважины, параллельные очистному забою) ожидаемая метанообильность очистного забоя определяется по формуле

$$I_0 = \frac{5{,}5 \cdot 10^{-5}\,\gamma m r (x_0 h)^2 (V+6)}{G\sqrt{2l_0\left(\frac{1}{V_п} + \frac{1}{V_0}\right) + t_p}}, \quad м^3/мин, \qquad (5)$$

где γ — объемный вес угля, $т/м^3$;

r — ширина вынимаемой полосы (ленты) за одно взрывание, $м$;

x — природная метаноносность пласта, $м^3/т$;

h — наклонная высота этажа (подэтажа), $м$;

V_0 — скорость подвигания очистного забоя, $м$/сутки;

t_p — разрыв во времени между началом очистных и окончанием подготовительных работ, сутки;

l_0 — шаг посадки кровли, $м$;

$V_п$ — средняя скорость проведения подготовительных выработок, $м$/сутки.

При отсутствии данных по природной газоносности метанообильность очистного забоя при системе длинных столбов по простиранию может быть ориентировочно определена по формуле:

$$I = 0{,}8\ GmLV,\ м^3/мин, \quad (6)$$

где V — скорость подвигания лавы, *м*/сутки;

L — длина очистного забоя, *м*;

Газовыделение из очистного забоя при системе подэтажной гидроотбойки при одном или двух подэтажных штреках определяется из выражения

$$I_0 = \frac{GVhm}{\sqrt{t+1}},\ м^3/мин, \quad (7)$$

где V — скорость подвигания забоя, *м*/сутки;

h — высота подэтажа, *м*;

m — мощность пласта, *м*;

t — время, прошедшее с момента прохождения подэтажных штреков через точку нахождения очистного забоя, сутки.

Метанообильность выработанного пространства определяется на основании фактических замеров, проведенных в аналогичных горнотехнических условиях, с учетом газового баланса участков, устанавливаемого с помощью газовой съемки.

Для условий разработки крутопадающих пластов структура газового баланса гидроучастка в период полного разворота очистных работ (максимальной абсолютной газообильности) приведена в табл. 1.

При применении для прогноза метанообильности расчетного метода метанообильность выработанного пространства принимается в соответствии с газовым балансом, приведенным в табл. 1.

§ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ОЧИСТНЫХ УЧАСТКОВ

По фактору газовыделения

По фактору выделения метана или углекислого газа количество воздуха, необходимое для проветривания очистного участка, определяется по формуле

$$Q_г = \frac{100IN}{C - C_0},\ м^3/мин, \quad (8)$$

Таблица 1

Система разработки	Дебит газа (в % от общего по участку) из основных источников			
	из подготавливаемого к очистной выемке подэтажа (щитового столба)	из разрабатываемого этажа (подэтажа, щитового столба) и прилегающих выработок	из выработанного пространства	из отбитого угля
Подэтажная гидроотбойка	25-40	20-30	20-50	5-10
Щитовая . . .	25-35	15-35	20-60	5-10
Длинные столбы по простиранию . .	—	35-55	40-60	5-15

где I — среднее фактическое газовыделение *м³/мин*;

N — коэффициент неравномерности газовыделения;

C — допустимое содержание газа в исходящей струе, %;

C_0 — содержание газа в струе воздуха, входящей на участок, %.

Коэффициент неравномерности метановыделения принимается в соответствии с графиком, приведенным на рис. 9. Коэффициент неравномерности выделения углекислого газа при газообильности участка свыше 2,0 *м³/мин*, принимается 1,1, при меньшей газообильности участка равен 1,3.

Среднее фактическое газовыделение *(I)* определяется как разность между дебитом газа в исходящей и входящей струе воздуха на участок.

За фактическую величину абсолютного газовыделения принимается средняя за последний квартал, которая определяется по формуле

$$I = \frac{I_1 + I_2 + \ldots + I_n}{n}, \qquad (9)$$

где I_1; I_2, I_n — среднее метановыделение при первом, втором и т. д. замерах, *м³/мин*;

n — количество замеров.

Значения I_1;I_2... и т. д. определяются на основании ежедекадных замеров в течение предыдущего квартала.

Для определения абсолютной газообильности выработок берется средняя проба воздуха.

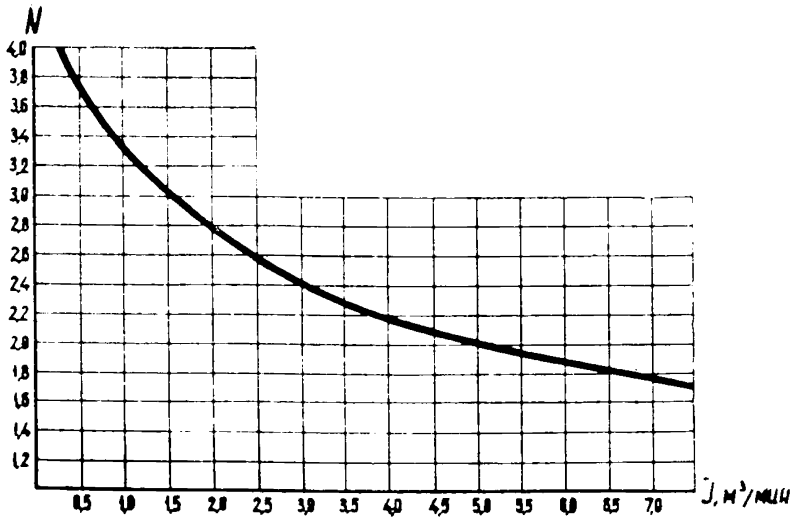

Рис. 9. Зависимость неравномерности метановыделения от абсолютной метанообильности горных выработок

Для определения представительного значения средней газообильности участка необходимо в течение последнего месяца произвести количество наблюдений в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Пределы изменения газообильности участка, *м³/мин.*	Заданная точность определения газообильности, %	Оптимальное число наблюдений
до 2,5	30	16
2,5—5,0	20	20
5,0 и более . . .	10	36

Эффективность дегазации угольных пластов при расчете количества воздуха не учитывать, а принимать ее в качестве резерва.

По фактору разжижения ядовитых газов после взрывных работ

Для систем разработки с лавообразными очистными забоями

$$Q_я = \frac{34}{t}\sqrt{AV_rR}\ ,\ м^3/мин, \qquad (10)$$

где t — время проветривания выработки, *мин*;

A — количество одновременно взрываемого ВВ, *кг*;

$V_г$ — проветриваемый объем очистной выработки, $м^3$;

R — коэффициент, учитывающий частичную нейтрализацию ядовитых газов после взрывных работ.

При отработке мощных и средней мощности пластов в условиях Кузбасса коэффициент нейтрализации принимается разным 0,5—0,7, а для систем разработки на тонких пластах — 0,8.

Проветриваемый объем ($V_г$) определяется путем умножения длины очистного забоя на ширину рабочего пространства (3 ленты).

Для камерообразных очистных выработок (щитовая, комбинированная с гибким перекрытием при выемке нижнего слоя по варианту шахты 3-3-бис, подэтажные штреки).

$$Q_я = \frac{11}{kt}\sqrt[3]{AV_r^2R}\ ,\ м^3/мин, \qquad (11)$$

где k — коэффициент турбулентной диффузии.

Коэффициент турбулентной диффузии для систем разработки с гидромеханизацией (подэтажная гидроотбойка, щитовая, система длинных столбов по восстанию с выемкой заходками по падению и камерно-столбовая система разработки) — 0,5.

При применении системы подэтажной гидроотбойки проветриваемый объем определяется из выражения

$$V_г = hll_з,\ м^3$$

где h — высота заходки (панели) или мощность пласта, *м*;

l — ширина заходки (обычно 6 *м*);

$l_з$ — длина забоя одной заходки — расстояние между выемочными штреками или кровлей и почвой пласта при отработке крутопадающих пластов системой подэтажной гидроотбойки с одним выемочным штреком в подэтаже.

Количество воздуха, необходимого для проветривания очистного забоя при последовательном проветривании (см. рис. 6), определяется по формуле

$$Q_n = \frac{100(I_1+I_2+\ldots+I_{n-1})N}{0{,}5}, \; м^3/мин, \qquad (12)$$

где I_1; I_2?.., I_{n-1} — метановыделение в предшествующих забоях, (считая от аккумулирующего штрека), $м^3/мин$.

Эта формула применяется при условии, что

$$I_n < I_1+I_2+\ldots+I_{n-1}$$

Суммарное метановыделение $I_1+I_2+\ldots+I_{n-1}$ может быть определено непосредственным замером на исходящей струе $(n-1)$-го очистного забоя.

Если $I_n \geqslant I_1+I_2+\ldots+I_{n-1}$, то концентрация метана на общей исходящей (вентиляционном штреке), будет более 1,0%, тогда количество воздуха, необходимое для проветривания последнего забоя, определяется по формуле

$$Q_n = 200\left(I_1+I_2+\ldots+I_{n-1}+\frac{I_n}{2}\right)N, \; м^3/мин \qquad (13)$$

Для определения количества воздуха, необходимого для проветривания участка в целом, следует учесть утечки воздуха и количество воздуха для проветривания поддерживаемых выработок на участке

$$Q_y = ZQ_1+\Sigma q_1+\Sigma q_2, \; м^3/мин, \qquad (14)$$

где Z — коэффициент, учитывающий утечки и распределение воздуха в зависимости от систем разработки (принимается в соответствии с табл. 2);

Σq_1 — количество воздуха, необходимое для проветривания, поддерживаемых выработок на участке (определяется по скорости движения воздуха, которая принимается не менее 9 $м/мин$), $м^3мин$;

Σq_2 — утечки воздуха через вентиляционные сооружения, находящиеся на участке, $м^3/мин$ (табл. 3);

Q_1 — наибольшее количество воздуха, полученное по одному из факторов, $м^3/мин$.

Таблица 3

Максимально допустимые нормы утечек воздуха для различных систем разработки

Система разработки	Коэффициент запаса, Z
Длинные столбы по простиранию (лава-этаж)	1,20
Длинные столбы по простиранию с двумя-тремя подэтажами	1,3—1,5
Щитовая (жесткие, эластичные и арочные щиты)	1,7
Камерная (в условиях шахты «Томусинская-1-2»)	1,5
Подэтажная гидроотбойка	1,7
Длинные столбы по восстанию с выемкой заходками по падению	2,0

При применении систем разработки, для которых отсутствуют нормы утечек, в расчете необходимо принимать фактическую величину утечек воздуха.

Коэффициент запаса воздуха в этом случае определяется по формуле

$$Z = \frac{K_y' + 100}{100},$$

где K_y' — фактические утечки воздуха в процентах от количества воздуха в забое.

Если утечки берутся в процентах от количества воздуха на участке, то расчет производится по формуле

$$Z = \frac{100}{100 - K_y''}$$

где K_y'' — фактические утечки воздуха в процентах от количества воздуха на участке.

Таблица 4

Максимально допустимые величины потерь воздуха через группу вентиляционных дверей* и кроссинги

Сооружение, его характеристика и место установки	Максимально допустимые потери воздуха, $м^3/мин$
Вентиляционные двери деревянные на разрабатываемых горизонтах	80—110
То же на верхних, отработанных горизонтах	30—40
Кроссинги трубчатые	60—70
Кроссинги типа перекидной мост . . .	30—40

Для проектируемых участков утечки воздуха через глухие вентиляционные перемычки рассчитываются по формуле

$$q = \frac{0{,}01}{\psi} P_1 Q, \ м^3/сек,$$

где q — количество воздуха, просачивающегося через перемычку, $м^3/сек$;

ψ — коэффициент приведения площади перемычки, определяется по графику (рис. 10);

P_1 — приведенные утечки воздуха (принимаются в соответствии с табл. 4), %;

Q — количество воздуха проходящего мимо перемычки, $м^3/сек$.

Таблица 5

Тип перемычки	Величина утечек воздуха через перемычку P в % от Q
Шлако- и бутобетонные	0,6
Каменные	0,7
Шлакоблочные и кирпичные	0,8
Чураковые	1,0
Насыпные	1,2
Дощатые	1,4

Примечание: В трещиноватых породах утечки воздуха увеличиваются в среднем в 1,75 раза

* Под «группой вентиляционных дверей» следует считать двери, установленные в одной выработке и имеющие одно и то же назначение.

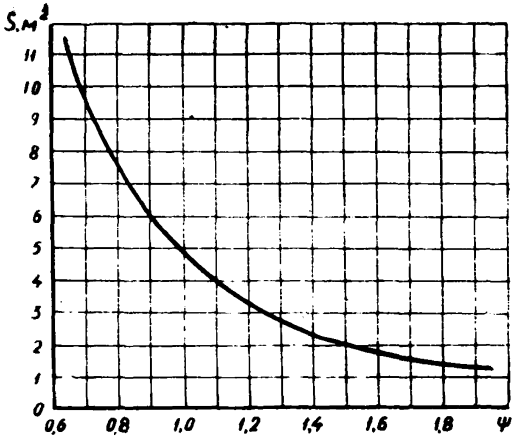

Рис. 10. Зависимость коэффициента ψ от площади перемычки

Если в пределах выемочного участка имеются подготовительные забои, проветриваемые вентиляторами местного проветривания, то количество воздуха, поступающее к месту установки вентилятора, должно соответствовать условию

$$Q_у \geqslant 1{,}43Q_{п\cdot max},\ м^3/мин,$$

где $Q_у$ — количество воздуха, замеренное в месте установки вентилятора, $м^3/мин$;

$Q_{п\cdot max}$ — максимальное количество воздуха, забираемое вентилятором (или «каскадом» вентиляторов), $м^3/мин$;

1,43 — коэффициент, обеспечивающий выполнение § 216 Правил безопасности.

ГЛАВА II

ПРОВЕТРИВАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

§ 1. РАСЧЕТ МЕТАНООБИЛЬНОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Если выработка остановлена, то ожидаемая метанообильность определяется по формуле

$$I_п = 4GmV_п\left(\sqrt{t_1+1}-\sqrt{t_c+1}\right),\ м^3/мин, \qquad (15)$$

где m — мощность пласта, *м*;

$V_п$ — средняя скорость проведения подготовительной выработки, *м*/сутки;

$t_с$ — время, прошедшее с момента остановки выработки, сутки;

t_1 — время, прошедшее с начала проведения выработки, сутки.

Газовыделение в подготовительную выработку, проходимую с помощью ВВ, во время смыва угля определяется по формуле

$$I_п = 4GmV_п\left(\sqrt{t+1}-1\right)+\frac{500G}{t_0+5}\left(D+PK_у\varphi\right),\ м^3/мин, \qquad (16)$$

где P — производительность гидромонитора по углю, *т/мин*.

$K_у$ — коэффициент, учитывающий увеличение газоотдачи угля при увлажнении, берется из графика (рис. 11)

t_0 — время, прошедшее с момента взрывания шпуров до начала смыва, *мин*;

D — количество отбиваемого угля, *т*;

φ — температурная поправка;

t — время проведения выработки, сутки

Газовыделение в подготовительную выработку, проходимую механогидравлическим способом или гидравлическим по неувлажненному массиву, определяется по формуле

$$I_п = 4GmV_п\left(\sqrt{t_1+1}-1\right)+65GaK_у\varphi, \qquad (17)$$

где a — производительность комбайна, *т/мин*.

Температурная поправка определяется из выражения

$$\varphi = 1+0{,}05\ (t_в-17), \qquad (18)$$

где $t_в$ — температура воды на выходе из гидромонитора.

Значение G определяется на основании газовой съемки, проведенной в соседней подготовительной выработке, пройденной по данному пласту, или на основании ежедекадных замеров дебита метана из подготовительных выработок.

Для определения значения G на данном горизонте необходимо:

а) определять дебит метана из тупиковой подготовительной выработки длиной не менее 30—50 *м* в период отсутствия работ по углю;

б) определить длину выработки, площадь забоя по углю, мощность пласта, время прохождения пункта замера, в ко-

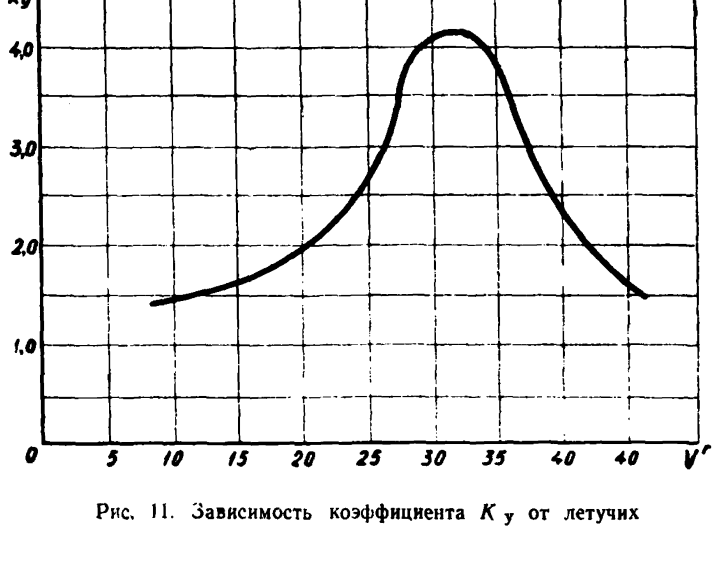

Рис. 11. Зависимость коэффициента K_y от летучих

тором измеряется дебит метана, а если выработка остановлена, то и время, прошедшее с момента остановки.

Получив эти данные, в дальнейшем значение G определяется расчетным методом.

Для выработок находящихся в проходке, из выражения

$$G = \frac{I_n}{4m V_n \left(\sqrt{t+1} - 1\right)}, \quad м^3/м^2мин \qquad (19)$$

Если выработка остановлена, то из выражения

$$G = \frac{I_n}{4m V_n \left(\sqrt{t_1+1} - \sqrt{t_c+1}\right)}, \quad м^3/м^2мин \qquad (20)$$

Определенное таким образом значение G может быть применено для выработок аналогичного сечения.

Фактическая метанообильность подготовительной выработки определяется для этого из выражения

$$I_n = I - I_o \quad м^3/мин, \qquad (21)$$

где I — метановыделение из выработки, замеренное на исходящей струе, $м^3/мин$;

I_0 — количество метана в струе воздуха, входящей в подготовительную выработку, *м³/мин*.

Суммарное метановыделение в парные выработки определяется по одной из формул (15) или (16), но при ширине целиков до 10—12 *м* результат увеличивается в 1,5 раза, при ширине целиков свыше 12—15 *м* в 1,8 раза, а при ширине свыше 15 *м* в 2 раза.

§ 2. ВЫБОР СПОСОБА ПРОВЕТРИВАНИЯ

Проветривание подготовительных выработок можно осуществлять за счет общешахтной депрессии, вентиляторами местного проветривания и комбинированным способом.

Несмотря на то, что Правилами безопасности предусмотрено, чтобы вентиляторы местного проветривания работали непрерывно и круглосуточно обслуживались лицами, имеющими право на управление шахтными механизмами, очень часты случаи выхода из строя и случайные отключения вентиляторов, которые приводят к загазованию выработок. Анализ случаев загазования, вспышек и взрывов, имевшихся на шахтах Кузбасса, показывает, что большая их часть произошла в тупиковых подготовительных выработках вследствие отключения энергии, повреждения кабеля и вентиляционных труб или неисправности вентиляторов местного проветривания.

Наиболее надежной схемой проветривания подготовительных выработок при скоростном их проведении является проветривание при помощи параллельной выработки.

В этом случае основная часть подготовительной выработки проветривается за счет общешахтной депрессии и в случае какой-либо аварии на участке (завал выработки, отключение электроэнергии, взрыв газа или пыли) проветривание выработки не прекращается. Скопление газа в этом случае может наблюдаться только в тупиковой части выработки, поэтому необходимо стремиться к тому, чтобы тупиковые выработки не имели большой длины.

Однако с увеличением длины проветриваемой выработки по мере ее проведения при этом способе проветривания увеличивается общешахтная депрессия, поэтому при выборе способа проветривания необходимо учитывать возможность увеличения депрессии вентилятора, установленного на поверхности.

Исходя из этого, наиболее благоприятными условиями

для применения этого способа является примыкание проветриваемой выработки к вентиляционному пути с меньшим аэродинамическим сопротивлением.

Таким образом, основным принципом при организации проветривания подготовительных выработок является создание проточной эффективной вентиляции путем максимального использования общешахтной депрессии. По мере того, как выработки проходятся и соединяются между собой, район действия проточной струи расширяется за счет создания параллельных струй и увеличения пути их следования. Вместе с этим длина тупиковых выработок уменьшается. Поскольку короткие тупиковые выработки проветриваются проще и легче, чем длинные, то следует уменьшить тупики. Это всегда возможно сделать, намечая соответствующий порядок подготовки выемочных полей в зависимости от системы разработки и проводить в первую очередь те подготовительные выработки, которые позволяют уменьшить количество и длину тупиковых выработок путем перевода их в группу сквозных, проветриваемых за счет общешахтной депрессии.

Сокращение длины тупиковых выработок может быть в основном осуществлено путем соединения выработок откаточного горизонта с вентиляционным или при сближенных пластах соединением выработок двух пластов так, чтобы по одной струя поступала к местам работ, а по другой — уходила в исходящую струю. Для соединения выработок на шахтах Кузбасса широко используют вентиляционные скважины, пробуренные с помощью буросбоечной машины.

Поэтому проветривание подготовительных выработок за счет общешахтной депрессии является приемом расширения района действия сквозной струи, вместе с тем приемом, при помощи которого уменьшается длина тупиковой выработки. Этот способ позволяет подать значительное количество воздуха, обеспечить полную надежность проветривания выработок любой протяженности и метанообильности.

Основным препятствием для применения проветривания подготовительных выработок за счет общешахтной депрессии могут служить только экономические соображения, так как при этом способе сложнее организация работ по сравнению с проветриванием с помощью вентиляторов местного проветривания. Проветривание длинных выработок при помощи продольных перегородок может быть осуществлено в случае, когда проведение параллельной выработки не предусмотрено системой разработки и экономически нецелесо-

образно, а также когда выработка позволяет устройство перегородки, т. е. достаточное сечение, устойчивую почву и кровлю и т. д.

При этом конструкция перегородки должна быть такой, чтобы была обеспечена подача в забой расчетного количества воздуха.

Проветривание подготовительных выработок за счет общешахтной депрессии, как показали исследования ВостНИИ, возможно организовать в достаточных размерах, если эти забои располагаются на индивидуальных участках сети вентиляторов. Однако эти возможности весьма ограничены, если подготовительные выработки расположены в сети горных выработок на общем участке трех и более вентиляторов.

Выбор способа проветривания забоев подготовительных выработок может быть сделан только после того, как определена потеря депрессии в данной выработке или системе выработок, а также перепад давления, создаваемый вентилятором.

Основными факторами, влияющими на выбор способа проветривания, являются: наибольшая длина, на которую должна быть проведена выработка, а также длина глухой ее части; поперечное сечение выработки; необходимое количество воздуха для проветривания выработки; количество воздуха, проходящего по ближайшей магистральной выработке, из которой забирается воздух для проветривания глухой выработки и пропускная способность вентиляционной выработки на исходящей струе.

Потеря депрессии в одной подготовительной выработке определяется по формуле

$$h = \alpha \frac{P \cdot L}{S^3} \left(\frac{Q_1 + Q_2}{2} \right)^2, \text{ мм вод. ст.,} \qquad (22)$$

где α — коэффициент аэродинамического сопротивления горных выработок, *кг.сек²/м⁴*;

L — длина выработок, *м*;

S — поперечное сечение выработок, *м²*;

P — периметр поперечного сечения выработок, *м*;

Q_1 — количество воздуха, поступающее к устью выработки, *м³/мин*;

Q_2 — количество воздуха, поступающее в забой выработки, *м³/мин*;

Сложив депрессии парных выработок, получим депрессию, необходимую для проветривания парных выработок, срав-

нив ее с величиной перепада депрессии на участке между горизонтами, определяем возможность проветривания подготовительных забоев за счет общешахтной депрессии. Ориентировочно должно соблюдаться условие $h_в \leqslant 0{,}7h_{гор.}$, (23)

где $h_в$ — общая депрессия парных выработок;

$h_{гор}$ — перепад давлений между горизонтами.

Проветривание длинных выработок при помощи вентиляторов более просто, но менее надежно, чем проветривание за счет общешахтной депрессии, т. е. оно требует меньших денежных и трудовых затрат, но легко может быть нарушено в случае какой-либо аварии.

Проветривание выработок, с помощью вентиляторов местного проветривания наряду с экономичностью и простотой организации проветривания представляет собой известную опасность на пластах с обильным газовыделением, так как в случае остановки вентилятора происходит загазование тупиковой части выработки. Кроме того, анализ статистических данных показывает, что в Кузбассе большая часть выработок проходится длиной до 300 *м*. При газовыделении в подготовительную выработку более 2,0 *м*^{3}/*мин* и при электровозной откатке необходимо подавать воздуха более 400 *м*^{3}/*мин*. Подать такое количество воздуха в длинную выработку по одному ставу невозможно. Необходимость проветривания выработки с помощью двух вентиляционных ставов создает определенные трудности.

Поэтому при метановыделении в откаточный или в промежуточный штреки более 2,0 *м*^{3}/*мин* следует применять комбинированный способ проветривания. Выработка в этом случае проветривается за счет общешахтной депрессии, а тупиковая часть от последней сбойки — с помощью вентилятора местного проветривания. Если экономически нецелесообразно проводить параллельную выработку, то необходимо организовать обособленное питание электродвигателей вентиляторов местного проветривания.

Воздух, поступающий к всасу вентилятора, должен содержать метана менее 0,5%.

Ожидаемую концентрацию метана можно определить по формуле

$$C_o = \frac{400GmL}{Q}\left(\frac{\sqrt{t_1+1}-\sqrt{t_c+1}}{t_1-t_c}\right), \%, \qquad (24)$$

где Q — количество воздуха, поступающее к месту установки вентилятора, *м*^{3}/*мин*;

L — расстояние от устья подготовительной выработки до места установки вентилятора, *м*;

t_c — время существования выработки в месте установки вентилятора, сутки;

t_1 — время, прошедшее с начала проведения выработки, сутки.

Если срок существования части выработки от устья до вентилятора более 8—10 месяцев, то расчет ожидаемой концентрации по формуле (22) не производится.

Проветривание двух выработок одним ВМП с помощью ответвления става не допускается, так как при значительной метанообильности выработок трудно обеспечить правильное распределение воздуха по забоям.

В случае установки нескольких ВМП в одной выработке расстояние между вентиляторами должно быть не менее 20 *м*.

При метанообильности выемочных штреков более 1,0 *м³/мин*, проходимых при подэтажной гидроотбойке, каждый забой должен проветриваться индивидуальным вентилятором. То же самое относится к проведению восстающих выработок при системе длинных столбов по восстанию с выемкой заходками по падению.

§ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА

Количество воздуха, необходимое для проветривания подготовительной выработки, определяется по четырем факторам: по метану, по углекислому газу, по газам от взрывных работ и по людям.

По газовыделению (CH_4; CO_2) расчет производится по формуле

$$Q_з = \frac{100 I_з}{C - C_0} \; м^3/мин, \qquad (25)$$

где $I_з$ — фактическое максимальное выделение газа в призабойной части выработки, *м³/мин*;

C — допустимая концентрация газа в забое, % (для метана допускается в забое $C = 1{,}0\%$; если имеется электровозная откатка, то $C = 0{,}5\%$;

C_0 — концентрация газа во входящей струе воздуха.

Максимальное метановыделение в призабойной части подготовительной выработки устанавливается на основании фактических замеров в нескольких выработках и в дальнейшем для всех выработок, пройденных по данному пласту,

принимается постоянное. Замер газа производится в 20 *м* от забоя подготовительной выработки.

По разжижению газов от взрывных работ расчет ведется по формуле:

$$Q_з = \frac{6{,}8}{K't}\sqrt[3]{Abs^2R}\ ,\ м^3/мин \qquad (26)$$

где K' — коэффициент турбулентной диффузии, который при диаметре вентиляционных трубопроводов 400, 500, 600 и 800 *мм* соответственно равен 0,39, 0,31, 0.26 и 0,24;

R — коэффициент, учитывающий частичную нейтрализацию ядовитых газов (R=0,7);

A — количество ВВ, взрываемого одновременно, *кг*;

b — газовость ВВ, *л/кг*;

S — поперечное сечение выработки, $м^2$;

t — время проветривания забоя, по истечении которого содержание условной окиси углерода снижается до 0,008% и допускается вход людей в забой (не более 30 минут).

Исследования ВостНИИ, проведенные в условиях Кузбасса, показали, что газовость аммонита ПЖВ-20 при взрывании по углю 100 *л/кг*, а ПЖВ-20 и АП-4ЖВ по породе — 40 *л/кг*.

При проветривании забоя за счет общешахтной депрессии и при ширине воздухопадающего отделения 0,5; 0,8; 1,0; 1,4 и 2,0 *м* коэффициент K соответственно равен 0,32; 0,2; 0,16; 0,12 и 0,08.

По людям расчет ведется из условия подачи не менее 6 $м^3/мин$ воздуха на каждого человека

$$Q_з = 6n,\ м^3/мин, \qquad (27)$$

где n — наибольшее количество людей, одновременно работающих в забое.

По пылевому фактору расчет количества воздуха не производится.

Из полученных четырех значений количества воздуха, необходимого и достаточного для проветривания призабойной части выработки по четырем факторам, принимается к учету наибольшее количество воздуха.

Принятое количество воздуха проверяется на минимально допустимую скорость струи в подготовительной выработке

$$\frac{Q_з}{S} \geqslant V_{мин}, \qquad (28)$$

где $Q_з$ — наибольшее из рассчитанных по четырем факторам количеств воздуха, *м³/мин*;

S — сечение выработки в свету, *м²*.

Если вентилятор установлен недалеко от устья выработки (10—30 *м*), то должно соблюдаться условие

$$Q_в \cdot P \geqslant Q_з,$$

где $Q_в$ — производительность вентилятора при максимальной длине става вентиляционных труб, *м³/мин*;

P — доставочный коэффициент.

При метанообильности подготовительных выработок более 1,0 *м³/мин* или установке вентилятора на значительном расстоянии от устья выработки должно соблюдаться условие

$$Q_в P_о \geqslant \frac{100 \cdot I_п}{C - C_о}, \qquad (29)$$

где $P_о$ — доставочный коэффициент по вентиляционным трубам от ВМП до устья подготовительной выработки;

$I_п$ — среднее фактическое газовыделение, замеренное на исходящей струе из подготовительной выработки, *м³/мин*;

C — допустимая концентрация метана на исходящей струе (C=1,0%, если имеется электровозная откатка, то C=0,5%).

В подготовительных выработках фактическая газообильность всей выработки определяется на исходящей струе в 10 *м* от выхода на воздухоотводящую выработку.

При проветривании выработки за счет общешахтной депрессии определяется количество воздуха, которое необходимо подавать в начале параллельных выработок.

$$Q_{вх} = Q\left(1 + \frac{mP}{100\psi}\right), \qquad (30)$$

где Q — количество воздуха, которое необходимо подать в ВМП (или количество воздуха у последней сбойки);

m — число соединительных выработок (число перемычек);

P — приведенные утечки воздуха, % (табл. 4);

ψ — коэффициент, учитывающий площадь перемычки, берется по графику (см. рис. 10).

При проветривании выработки за счет общешахтной депрессии должно соблюдаться условие

$$Q_{вх} \geqslant \frac{100 \cdot l_п}{C},$$

При последовательном проветривании забоев, что возможно при отсутствии газовыделения и одновременного взрывания шпуров в обоих забоях, количество воздуха, необходимое для проветривания, можно принять равным рассчитанному для забоя основной выработки.

Тогда $Q_к = P_1 Q_1$, *м³/сек*, (31)

где Q_1 — количество воздуха, потребное для проветривания забоя основной выработки, *м³/сек*;

P_1 — коэффициент утечек продольной перегородки или трубопровода.

При раздельном проветривании забоев парных выработок количество воздуха, необходимое для проветривания, подсчитывается для каждого забоя в отдельности.

$$Q_к = Q_1 P_1 + Q_2 P_2, \; м^3/сек, \quad (32)$$

где Q_2 — количество воздуха, потребное для проветривания забоя параллельной выработки, *м³/сек*;

P_2 — коэффициент утечек в трубопроводе параллельной выработки.

Если тупиковая часть выработки проветривается вентиляторами местного проветривания, то дебит их не должен превышать 70% количества воздуха, проходящего по выработке за счет общешахтной депрессии

$$Q_к = 1{,}43(Q_1 P_1 + Q_2 P_2), \; м^3/сек, \quad (33)$$

Выбор вентиляторов местного проветривания и вентиляционных трубопроводов производится в соответствии с «Инструкцией по проветриванию подготовительных выработок».

ГЛАВА III

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ГИДРОШАХТЫ

§ 1. АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГИДРОШАХТ

Влияние движения пульпы на аэродинамическое сопротивление выработок

Горные выработки гидроучастков в отличие от горных выработок шахт с обычной технологией угледобычи оборудованы желобами, по которым движется угольная пульпа. Движение пульпы в желобах может быть как навстречу воздушной струе, так и в одном направлении с ней.

На современных гидроучастках и гидрошахтах движение пульпы, как правило, происходит навстречу воздушной струе, так как свежий воздух поступает по откаточному горизонту от стволов к границам шахтного поля.

Движущаяся в желобах пульпа создает добавочное сопротивление воздушному потоку (при встречном движении воздуха и пульпы) или уменьшает сопротивление воздушному потоку в штреке (при движении пульпы и воздуха в одном направлении). Изменение сопротивления воздушного потока в штреке происходит из-за перераспределения скоростей в пограничном слое при движении воздуха над поверхностью движущейся пульпы.

Проведенные наблюдения подтверждают, что увеличение коэффициента аэродинамического сопротивления вызвано, в основном, не уменьшением сечения выработки при гидротранспорте, а взаимодействием двух противоположно направленных потоков. С перемещением рештаков по сечению выработки (от центра к бокам) поток воздуха становится менее деформированным, т. е ослабляется взаимодействие потоков пульпы и воздуха.

Увеличение аэродинамического сопротивления горных выработок гидрошахт и гидроучастков при движении пульпы навстречу воздушной струе влечет за собой большой перерасход мощности вентиляторных установок. Особенно это явление будет наблюдаться на гидрошахтах, где очистные участки будут удалены на большое расстояние от централь-

ного гидроподъема (3—5 *км*). Свежий воздух в этих случаях будет поступать по тому же горизонту, что и пульпа, причем свежий воздух будет поступать от ствола к границам шахтного поля, а пульпа, наоборот, от границ шахтного поля к стволу, то есть движение пульпы и воздушного потока будет противоточным.

Поэтому для устранения возникающего дополнительного аэродинамического сопротивления при движении пульпы навстречу воздушному потоку необходимо закрывать желоба всех аккумулирующих, концентрационных штреков и квершлагов и других главных выработок, где имеются желоба с движением пульпы навстречу воздушной струе.

Помимо трапов, можно наладить массовое производство желобов с крышками, которые при надобности могли бы открываться.

Внедрение предлагаемого мероприятия позволит производить все расчеты по проектированию проветривания горных выработок гидрошахт обычным путем, т. е. без учета изменения аэродинамического сопротивления выработок, возникающего при взаимодействии движущейся пульпы с воздушным потоком.

Таким образом, для снижения коэффициента аэродинамического сопротивления выработок необходимо ослабить взаимодействие противоположно направленных потоков пульпы и воздуха. Это может быть достигнуто путем перекрытия желобов и смещения желобов к бокам подготовительной выработки.

Поперечное сечение горных выработок гидроучастка при выборе коэффициента аэродинамического сопротивления должно приниматься с учетом его уменьшения за счет заиливания отбитым углем.

Движение угольной пульпы по желобам в выработке понижает или повышает коэффициент аэродинамического сопротивления в зависимости от сочетания направления движения пульпы и воздуха:

а) при движении пульпы в желобах навстречу воздушной струе значение коэффициента аэродинамического сопротивления выработки увеличивается на 30—40% по сравнению с коэффициентом для этих выработок, но без движения пульпы;

б) при движении пульпы по желобам и воздушной струе по выработке в одном направлении значение коэффициента аэродинамического сопротивления выработок уменьшается

на 15—20% по сравнению с коэффициентом α для этих же выработок, но без движения пульпы.

Кроме обычных выработок, пройденных с помощью буровзрывных работ и гидромониторов, на гидроучастках шахты «Полысаевская-Северная» при проведении горных выработок применяют комбайны ПКГ-4 с гидросмывом.

Проведенные наблюдения показывают, что коэффициент аэродинамического сопротивления таких выработок без крепления примерно равен коэффициенту α для выработок аналогичного сечения, закрепленных бетоном.

При наличии же в таких выработках верхняка на анкерах коэффициент аэродинамического сопротивления выработок возрастает в 2—2,5 раза по сравнению с выработкой, проведенной ПКГ 4, но без крепления.

Влияние работы гидромониторов на проветривание забоев

В забоях гидроучастков, в отличие от забоев с обычной технологией угледобычи, работают гидромониторы, струи воды которых в большинстве случаев способствуют лучшему проветриванию отдаленных частей тупиковых забоев за счет интенсивного смешивания воздуха под действием струй воды. Кроме этого положительного фактора, струя воды гидромонитора (особенно отраженная от плоскости забоя в виде водяной завесы) создает большое местное сопротивление, а иногда вызывает опрокидывание вентиляционной струи не только в забое, но и во всей системе горных выработок гидроучастка.

Возникающее дополнительное аэродинамическое сопротивление от струй гидромонитора значительно уменьшает количество воздуха и нарушает нормальный режим проветривания системы горных выработок выемочного участка. Поэтому на гидроучастках гидромониторы должны работать, как правило, только в одном направлении с движущимся воздушным потоком.

§ 2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ВОЗДУХА

Общий порядок расчета

Определение количества воздуха, необходимого для проветривания действующей гидрошахты, производится на начало каждого квартала. Расчет уточняется в случае измене-

ния горнотехнических условий (геологические нарушения, системы разработки и др.).

Перед расчетом составляется схема проветривания гидрошахты на начало квартала.

В основу расчета положен принцип «от частного к общему». Подсчитывается количество воздуха для всех очистных и подготовительных забоев, а также для складов ВМ, электродепо, электромашинных камер и отдельных выработок, проветриваемых обособленной струей.

Рассчитанное по отдельным объектам количество воздуха проставляется на схеме вентиляции. По каждой входящей и исходящей струе количество воздуха суммируется с учетом утечек воздуха по пути движения. Количество воздуха, необходимое для вентиляции подготовительных выработок, проветриваемых обособленно, определяется по методике, приведенной в параграфе 3 главы II.

Определение количества воздуха, необходимого для проветривания очистных участков, производится в соответствии с методикой, приведенной в параграфе 4 главы I.

Расчет количества воздуха для проветривания камер

Определение количества воздуха, необходимого для проветривания склада ВМ и камер центрального водоотлива из условий четырехкратного обмена воздуха в течение часа, производится по формуле

$$Q_к = 0{,}07 V_к, \ м^3/мин, \qquad (34)$$

где $V_к$ — суммарный объем выработок склада ВМ или камер водоотлива, $м^3$.

Количество воздуха для проветривания складов ВМ, зарядных камер и т. д. рассчитывается также по количеству максимально занятых людей и проверяется на допустимую скорость движения воздуха. Количество воздуха, которое необходимо подавать в камеру с учетом утечек и неравномерности распределения воздуха, определяется по формуле

$$Q = 1{,}2 Q_к, \ м^3/мин,$$

где $Q_к$ — количество воздуха, полученное для проветривания камеры по одному из факторов, $м^3/мин$.

Определение количества воздуха для проветривания выемочных полей и крыльев шахт

Количество воздуха, необходимое для проветривания выемочного поля или крыла шахты, определяется из выражения

$$Q_{кр}=\Sigma Q_у+\Sigma Q_п+\Sigma Q_к+\Sigma Q_в,\ м^3/мин, \qquad (35)$$

где $\Sigma Q_у$ — количество воздуха, необходимое для проветривания всех очистных участков выемочного поля или крыла шахты, $м^3/мин$;

$\Sigma Q_п$ — количество воздуха, необходимое для обособленного проветривания подготовительных выработок, $м^3/мин$;

$\Sigma Q_к$ — количество воздуха, необходимое для обособленного проветривания всех камер, $м^3/мин$;

$\Sigma Q_в$ — количество воздуха, необходимое для проветривания поддерживаемых выработок на рабочем горизонте, $м^3/мин$.

Определение количества воздуха для проветривания шахты

Количество воздуха, исходящее из гидрошахты (под шурфами или каналами вентиляторов), определяется как сумма отдельных исходящих

$$Q_ш=Q_{ш1}+Q_{ш2}+Q_{ш3}+\ldots+Q_{шn},\ м^3/мин,$$

где $Q_{ш1}$, $Q_{ш2}\ldots Q_{шn}$ — количество воздуха, подходящее к каждому шурфу (или каналу вентилятора), $м^3/мин$.

Количество воздуха, подходящее к шурфу, определяется из выражения

$$Q_{шn}=Q_{кр}+\Sigma Q_{эу},\ м^3/мин, \qquad (36)$$

где $Q_{кр}$ — количество воздуха, необходимое для выемочного поля или крыла шахты, $м^3/мин$;

$\Sigma Q_{эу}$ — утечки воздуха до и за пределами выемочных участков, подготовительных выработок (проветриваемых обособленно), $м^3/мин$.

Утечки воздуха за пределами выемочных участков зависят, в основном, от схемы проветривания, порядка отработки шахтных и выемочных полей и принимаются в соответствии с табл. 3 и 5.

Таблица 5

Максимально допустимые значения коэффициентов запаса воздуха за пределами участков от количества воздуха на очистных участках

Порядок отработки шахтного (выемочного) поля	Коэффициент запаса
Центральная схема проветривания	
Прямой с проведением штрека по разрабатываемому пласту	1,40
Прямой с полевого штрека	1,15
Обратный с проведением штрека по пласту .	1,20
Обратный с полевого штрека	1,10
Диагональная схема проветривания	
Прямой с проведением штрека по пласту .	1,25
Прямой с полевого штрека	1,15
Обратный с проведением штрека по пласту .	1,20
Обратный с полевого штрека	1,10
Комбинированная схема проветривания	
Прямой с проведением штрека по пласту .	1,30
Прямой с полевого штрека	1,15
Обратный с полевого штрека	1,10
Обратный с проведением штрека по пласту .	1,20

Количество воздуха, входящее в шахту, определяется из выражения

$$Q_{вх}=Q_{вх1}+Q_{вх2}+\ldots+Q_{вхп}, \quad м^3/мин,$$

где $Q_{вх1}, Q_{вх2}, \ldots, Q_{вхп}$ — количество воздуха по отдельным входящим, $м^3/мин$.

Количество воздуха по каждой входящей определяется из выражения

$$Q_{вхп}=Q_{кр}+\Sigma Q^{'}_{ву}, \quad м^3/мин. \qquad (37)$$

Количество воздуха, поступающее в шахту, должно соответствовать условию

$$Q_{вх}\geqslant Dq, \quad м^3/мин, \qquad (38)$$

где D — максимальная добыча шахты, $т$;

q — норма воздуха на одну тонну добываемого угля в соответствии с категорией шахты, $м^3/мин$.

Определение производительности поверхностных вентиляторов

Необходимая производительность вентиляторов определяется по формуле

$$Q_в = K_в Q_ш \quad м^3/мин, \qquad (39)$$

где $K_в$ — коэффициент, учитывающий внешние утечки воздуха.

Коэффициент внешних утечек воздуха можно принимать равным для случаев установки вентиляторов на скиповом стволе — 1,25; на клетевом — 1,2; на стволах и шурфах, не используемых для подъема, — 1,1; на шурфах, используемых для подъема и спуска материалов, — 1,3.

Производительность всех вентиляторов шахты определяется из выражения $Q_в = Q_{в1} + Q_{в2} + Q_{в3} + \ldots + Q_{вп}$,

где $Q_{в1}, Q_{в2}, \ldots, Q_{вп}$ — производительность отдельных вентиляторов, установленных на поверхности, $м^3/мин$.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

ГЛАВА 1. Проветривание очистных гидрозабоев . . . 4
§ 1. Анализ существующих схем проветривания гидроучастков 4
§ 2. Выбор способа проветривания очистных гидрозабоев 13
§ 3. Расчет метанообильности выработок выемочного участка 16
§ 4. Определение количества воздуха, необходимого для проветривания очистных участков 18

Глава II. Проветривание подготовительных выработок . . 25
§ 1. Расчет метанообильности подготовительных выработок 25
§ 2. Выбор способа проветривания 28
§ 3. Определение количества воздуха 32

Глава III. Определение количества воздуха необходимого для проветривания гидрошахты 36
§ 1. Аэродинамическое сопротивление горных выработок гидрошахт 36
§ 2. Методика расчета количества воздуха . . . 38

Ответственный за выпуск А. Мясников.

ОП00096. Подписано к печати 17/VII-1964 г. Объем 2,75 п. л.
Тираж 300 экз. Заказ 2795.
Типография «Кузбасс», Кемерово, Кузнецкая, 9.

gost.e-ecolog.ru