Министерство энергетики РФ

Научный центр по безопасности работ в угольной промышленности
НЦ ВостНИИ

РУКОВОДСТВО

по применению комбинированных схем проветривания выемочных участков с применением газоотсасывающих установок

Кемерово 2003

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Условные обозначения 3

1. Общие положения 8

2. Условия применения комбинированных схем проветривания выемочных столбов на пологих и наклонных пластах самовозгорающегося угля 11

3. Расчет параметров проветривания выемочного участка 14

4. Расчет параметров газоотводящей сети 26

5. Определение режима работы и выбор газоотсасывающего вентилятора 33

6. Проверка концентрации метана в поступающей к подземному вентилятору метановоздушной смеси 34

7. Расчет количества воздуха для разжижения метана в смесительной камере 37

8 Требования к оборудованию выемочного участка автоматической стационарной аппаратурой контроля содержания метана (АГК), централизованного телеконтроля расхода воздуха и обеспечению взрывозащиты 38

9. Требования к оборудованию эксплуатации и контролю за работой подземных газоотсасывающих вентиляторных установок 44

10. Требования к оборудованию, эксплуатации и контролю за работой поверхностных газоотсасывающих вентиляторных установок 47

11. Требования к режимам работы газоотсасывающих вентиляторных установок в аварийных ситуациях 51

12. Требования к оборудованию смесительных камер 53

Приложение 1 56

Приложение 2 77

Приложение 3 80

Приложение 4 82

Приложение 5 87

Условные обозначения

φ - плотность угля в пласте вместе с породными прослойками, т/м^3 ;

a - размерный параметр, характеризующий крутизну изменения границ площадей фильтрации с линейным и квадратичным законами сопротивления, 1 /м;

α - коэффициент аэродинамического сопротивления скважин, даПа ·с^2 /м^2;

$\Sigma R_{м в}$, $\Sigma R_{м н}$ - аэродинамическое сопротивление фасонных частей соответственно на всасывающем и нагнетательном участках трубопровода, даПа с^2/м^7;

λ и ν - коэффициенты;

A_p - суточная нагрузка на очистной забой при максимальной подаче комбайна, т/сут;

$d_{тр}$, $l_{тр}$, $l_{зв}$ - диаметр, м; длина трубопровода, м; и длина звена трубопровода, м;

F - площадь фильтрационного потока, м^2 ;

$f_{ср}$ - средневзвешенный коэффициент крепости подработанного горного массива по шкале проф. М.М. Протодьяконова на расстоянии от вынимаемого пласта, равном восьми его мощностям;

$h_д$ - действующий напор на сопряжении очистной выработки с тупиком конвейерного штрека, даПа;

$I_{оп}$ - газовыделение из выработанного пространства в газоотводящую сеть, м^3/мин;

$I_{вх}$ - газовыделение из стенок воздухоподающих выработок, м^3/мин;

$I_{м.п}$ - метанообильность очистной выработки, м^3/мин;

$I_{пл.р}$ - газовыделение из разрабатываемого пласта при максимальной подаче комбайна, м^3/мин;

$I_{пл.ф}$ - фактическое газовыделение из разрабатываемого пласта, м^3/мин

K - коэффициент, характеризующий газоносность пласта на кромке свежеобнаженного забоя;

$K_г$ - коэффициент, определяющий эффективность газоотвода по вентиляционным возможностям воздействия газоотсасывающих вентиляторов на выработанное пространство, прилегающее к очистному забою;

$l_п$ - протяженность выработок с по пути движения угля от комбайна за пределы участка или воздухоподающей выработки, м;

$L_с$ - длина скважины, м;

$l_в$ - протяженность вентиляционной выработки от призабойного пространства очистного забоя, поддерживаемой для целей газоотвода, м;

$l_в$, $l_н$ - длина соответственно всасывающего и нагнетательного участков трубопровода, м ;

$l_г$ - расстояние от забоя по протяжению выработанного пространства до начала рабочего участка дренажной газоотводящей выработки, м;

$L_{с.в}$ - длина выработки, м;

$l_{оч}$, $l_{оч.р}$ - длина очистного забоя, включая межлавный целик, м;

$l_{гл}$ - протяженность конвейерной линии по участкам, м;

$l_{г.л}$ - участок конвейерной выработки, который проветривается последовательно с призабойным пространством очистного забоя, м.

$m_в$ - вынимаемая мощность пласта (с учетом прослойков, м ;

$n_{см}$ - число рабочих смен по добыче угля;

$Q_{с.в}$ - количество воздуха, отводимое по дренажной выработке, м^3/с.

$Q'_в$ - производительность вентилятора, соответствующая принятому углу установки лопаток вентилятора, м^3/мин;

$Q_с$ - количество воздуха, отводимого по скважине из газоотводящих выработок $Q_{с.в}$ с учетом притечек воздуха $Q_{выш}$, м^3/с,

$Q_{в.п}$ - количество воздуха, отводимого через выработанное пространство, м^3/с;

$Q_{оч}$ - количество воздуха, поступающее в очистные выработки по воздухоподающим выработкам, м^3/мин,

$Q_{оч.max}$ - Максимально возможная подача воздуха в очистной забой по фактическим возможностям вентиляционной системы шахты с учетом ограничений согласно ПБ, м^3/мин;

$Q_{вх.ф}$ - фактическая подача воздуха в очистной забой и воздухоподающие выработки, м ^{3}/мин;

$Q_{доп}$ - притечки воздуха в газоотводящие выработки, трубопроводы или скважины из старых выработанных пространств или действующих выработок

$Q_{исх}$ - количество воздуха, поступающее из очистной выработки в выработку с исходящей струей воздуха, м^3/мин;

$Q_{п.ш}$ - необходимый расход воздуха по поддерживаемой выработке, м^3/мин;

$Q_{под}$ - необходимый прирост производительности вентилятора для обеспечения безопасного режима его работы.

$Q_{тр}$ - количество воздуха, отводимого по трубопроводу из выработанного пространства $Q_{в.п}$ с учетом притечек воздуха $Q_{доп}$ из старых выработанных пространств и из действующих горных выработок через изолирующие перемычки (при отводе с дренажных выработок) или из условия разжижения газа в трубопроводе (при отводе от сопряжения лавы)

r - ширина захвата комбайна, м;

Re - безразмерный параметр (аналог критерия Рейнольдса для выработанного пространства);

$r_л$, $r_{кв}$ - соответственно удельное линейное и удельное квадратичное сопротивления выработанного пространства, даН с/ м^4 и даН с^2/м^5;

$R_{общ\ тр}$ - общее аэродинамическое сопротивление жесткого трубопровода, даПа с^2/м^6;

$R_{уд}$ - удельное аэродинамическое сопротивление трубопровода, даПа с^2/м^7;

$R_{уд}$ - удельное аэродинамическое сопротивление трубопровода, даПа с^2/м^7 ;

$R_{уд.г.в}$ - удельное аэродинамическое сопротивление газоотводящей выработки, даПа с^2/м^7;

$R_{нач.в}$ - сопротивление газоотводящих выработок при их первоначальном сечении (на стадии проходки), даПа;

$R_{уд.}$ - удельное аэродинамическое сопротивление скважин, даПа с^2/м^7;

$S_{ш}$ - площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки, м^2 ;

$V_п$ - максимально возможная для данных условий скорость подачи комбайна в соответствии с его технической характеристикой, м/мин;

$V_{тр}$ - скорость транспортирования угля на участке, м/с;

$V_{оч}$ - среднесуточная скорость подвигания очистного забоя (с учетом пожароопасности), м/сут;

$V_{т.л}$ - скорость транспортирования угля по лаве, м/с;

a - коэффициент, зависящий от значений $f_{ср}$;

a_2 - коэффициент, характеризующий газоотдачу отбитого угля;

a_3 - коэффициент, характеризующий газоотдачу угля в массиве;

$A_{пл.р}$ - проектная продуктивность пласта, т;

$A_р$ - суточная добыча угля при максимальной подаче комбайна, т/сут;

$A_с$ и - соответственно зольность и влажность по выходу горной массы из забоя, %;

$W_а$

$в_3, в_4$ - коэффициенты, зависящие от технологической схемы выемки угля:

$в_{max}$ - максимальная ширина призабойного пространства в очистной выработке согласно паспорту крепления и управления кровлей, м;

$K^*_{ут.в}$ - коэффициент, соответствующий оптимальным по газоотводу утечкам воздуха через выработанное пространство из призабойного пространства очистной выработки;

K_1 - коэффициент, зависящий от схемы и способа изолированного газоотвода;

$K_г$ - коэффициент использования захвата в долях от его ширины;

$K_н$ - коэффициент, характеризующий изменение сопротивления выработки на период его использования в качестве дренажной, даПА;

$K_м$ коэффициент, учитывающий вынос метана утечками воздуха из призабойного в выработанное пространство;

$K_м$ - сменный коэффициент машинного времени;

$K_{н\ тр}$ - коэффициенты соответственно подсосов и утечек МВС в трубопроводе;

$K_{у\ тр}$

$K_{п.ш}$ - коэффициент, учитывающий расход воздуха или его утечки по поддерживаемой или погашаемой части воздухоподающей выработки в выработанном пространстве;

$K_{пл}$ - коэффициент дренирования пласта подготовительными выработками;

$K_{р.п}$ - коэффициент разрыхления пород кровли;

$K_{сх}$ - коэффициент, зависящий от схемы проветривания очистной выработки; определяется по формуле

$K_{т.у}$ - коэффициент, учитывающий степень дегазации отбитого угля при его транспортировании по выработкам участка;

$K_{ут.ст}$ - коэффициент удельной стыковой воздухопроницаемости трубопровода;

H - размер активно проветриваемой зоны в выработанном пространстве, м;

n_1 - коэффициент, характеризующий газоотдачу пласта через обнаженную поверхность очистного забоя;

C - допустимая концентрация метана в исходящей из очистного забоя вентиляционной струе, % ;

$C_{в отв}$ - концентрация метана в газоотводящем трубопроводе , %.

C_0 - концентрация метана в поступающей в очистной забой вентиляционной струе;

C_O - концентрация метана в поступающей к смесительной камере вентиляционной струе, %.

$T_{л.в}$ - время использования лавы, мес.

$T_{с.м}$ - продолжительность рабочей смены, мин;

x_0 - расстояние от забоя лавы до зоны подбучивания пород кровли, м;

$X_{ост}$ - остаточная газоносность угля, м^3/т с.б.м.;

$X_г$ - природная газоносность разрабатываемого пласта;

$X_{ост.ф}$ - остаточная метаноносность угля лавы-аналога;

1. Общие положения

1.1. Настоящее "Временное Руководство..." регламентирует расчет вентиляции выемочных участков при использовании комбинированных схем проветривания.

1.2. Реализация комбинированных схем проветривания, представленных в приложении 1, предусматривается как за счет общешахтной депрессии, так и с помощью специальных газоотсасывающих вентиляторных установок типа ВМЦГ-7 и его модификаций.

1.3. Применение комбинированных схем проветривания с использованием подземных газоотсасывающих вентиляторных установок допускается только с разрешения Госгортехнадзора России и в случаях, когда технические условия не позволяют осуществлять бурение вентиляционных скважин, а вентиляционная сеть – отводить метановоздушную смесь по системе изолированных газодренажных выработок на поверхность.

1.4. Установленный "Временным Руководством..." порядок проектирования распространяется при этом на различные варианты схем проветривания выемочных полей, включая уклонные (при существующем разрешении их применения органами Госгортехнадзора России) и на различные подварианты таких схем, частности которых могут быть обусловлены, например, комбинацией типовых схем, пространственным изменением направлений газоотвода, периодичностью ввода в действие рассредоточенных газоотсасывающих установок и т.п.

1.5. Применение нисходящих схем проветривания выемочных участков производится в соответствии с требованиями § 240 ПБ.

1.6. Расчеты параметров проветривания выемочных участков должны производиться на основе фактических значений метановыделений, полученных по лавам-аналогам за весь период их отработки после посадки основной кровли и представляемых в форме таблицы, и только при их отсутствии - по прогнозным значениям, определяемым в соответствии с действующими нормативными документами.

Все расчеты и требования, предусмотренные в данном документе, должны оформляться в виде отдельного «Проекта проветривания выемочного участка», включающего пояснительную записку и графический материал.

"Временное руководство..." дополняет действующее "Руководство по дегазации угольных шахт" по п.1.1 и "Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт" по п.п. 5.2.4 ; 7.4.3; 7.4.4 в части их конкретизации при эффективном применении изолированного отвода метана из выработанных пространств (более 70%).

1.7. Для обеспечения безопасной эксплуатации выемочных участков с использованием газоотсасывающих установок должны выполняться следующие условия:

обеспечение концентрации метана в дренажных выработках (газоотсасывающих скважинах) не более 2% при наличии связи газодренажных выработок с действующими горными выработками через невзрывоустойчивые изоляционные перемычки и не более 3% при условии изоляции газодренажных выработок от действующих горных выработок взрывоустойчивыми перемычками;

при отработке выемочных участков без газодренажных штреков с отводом метановоздушной струи через выработанные пространства действующих и ранее отработанных выемочных участков непосредственно на фланговые газоотсасывающие скважины и газодренажные выработки, не имеющие связи с действующими выработками, концентрация метана при их подземной установке на газоотсасывающих вентиляторах ограничивается 3%, а при поверхностной - не отграничивается.

1.8. Пояснительная записка должна включать:

краткую характеристику выемочного участка;

горно-геологическую характеристику разрабатываемого пласта и пород непосредственной и основной кровли и почвы (с обязательным указанием степени склонности разрабатываемого пласта и пластов-спутников к самовозгоранию);

краткое описание и обоснование необходимости применения принимае-

мых в проекте схемы проветривания и способов борьбы с газовыделением;

расчет параметров проветривания выемочного участка и выбор источника тяги (тип газоотсасывающих вентиляторов);

требования по эксплуатации и оборудованию поверхностных или подземных газоотсасывающих вентиляторных установок;

требования к оборудованию выемочного участка автоматической стационарной аппаратурой контроля содержания метана (АГК) с указанием мест установки и функционального предназначения датчиков контроля газа и воздуха.

1.9. Графический материал должен включать:

выкопировку из плана горных работ с указанием структурной геологической колонки, геологических нарушений в пределах выемочного участка и зон повышенного горного давления, вентиляционных сооружений, конструкцию камеры смешивания и камеры вентиляторных установок при их подземном расположении, расчетного и фактического количества воздуха, подаваемого на выемочный участок с указанием направления движения вентиляционных струй;

схему электроснабжения выемочного участка с расстановкой датчиков контроля газа и воздуха, включая схемы передачи телеинформации и отключения электроэнергии на выемочном участке;

схему электроснабжения вентиляторной установки с указанием конструкций молниезащиты и заземлителей всех ее агрегатов;

для поверхностных вентиляторных установок, дополнительно – план поверхности с указанием расположения самих вентиляторных установок, их ограждения, помещений в пределах огражденной территории, линий электропередач с указанием безопасных расстояний;

характеристику вентиляторной установки с нанесением расчетной и рабочей точек;

схему камеры смешивания.

1.10. Соответствующие разделы «Проекта проветривания выемочного участка», включая меры по профилактике эндогенных пожаров, должны согласовываться с НЦ ВостНИИ, РосНИИ ГД и Кузнецким управлением Госгортехнадзора России.

2. Условия применения комбинированных схем проветривания выемочных столбов на пологих и наклонных пластах самовозгорающегося угля

2.1. При разработке высокогазоносных пологих и наклонных пластов, в том числе и опасных по самовозгоранию угля, применение на шахтах комбинированных схем проветривания выемочных столбов с использованием поверхностных и подземных газоотсасывающих вентиляторов следует рассматривать как вынужденную меру на период до внедрения новых технологических схем вскрытия, подготовки и отработки шахтных и выемочных полей, обеспечивающих эффективное проветривание высокопроизводительных очистных забоев за счет общешахтной депрессии.

Основным ограничением области применения комбинированных схем проветривания с использованием газоотсасывающих вентиляторов является повышенная потенциальная опасность этих схем для возникновения очагов самовозгорания угля

2.2. Комбинированные схемы проветривания выемочных столбов с управляемым отводом метана утечками воздуха через выработанное пространство на параллельную выработку или специальный дренажный штрек (бремсберг) за счет общешахтной депрессии и с помощью подземных и поверхностных вентиляторов допускается применять при надежной изоляции горных работ со стороны фланговой выработки в следующих случаях:

при выемке пластов на полную мощность;

при отработке первого (верхнего) слоя мощных пластов и отсутствии разрывных геологических нарушений с амплитудой смещения 0,5 м и более;

при оставлении в кровле пласта пачки угля мощностью менее 0,4 м и отсутствии рабочих пластов, попадающих в зону обрушения;

при отсутствии указанных выше потерь и деформированных (воздухопроницаемых) целиков угля в зоне влияния газоотсасывающего вентилятора;

при отсутствии в пределах отрабатываемого выемочного поля (столба) ранних признаков самонагревания угля;

время контактирования воздушной струи с угольным скоплением в проветриваемой зоне выработанного пространства при подготовке выемочных столбов парными выработками не должно превышать продолжительности инкубационного периода самовозгорания угля;

естественная влажность малометаморфизованного угля (марки Д, Г) разрабатываемого пласта должна быть не менее 8 %;

при наличии аэродинамической связи между сближенными пластами, на одном из которых применяется управляемый отвод метана через выработанное пространство, перепад давления воздуха через междупластье не должен превышать 10 даПа;

скорость подвигания очистного забоя должна быть не менее 40 м в месяц для склонных к самовозгоранию угольных пластов и не менее 60 м для весьма склонных к самовозгоранию угольных пластов.

Перечисленные выше требования следует соблюдать в комплексе.

2.3. При выполнении требований п. 2.2 возникновение очагов самовозгорания угля в таких случаях маловероятно. Поэтому схемы проветривания, приведенные на рисунках П.1.1., П.11-13, можно отнести к пожаробезопасным, а при их применении достаточно ограничиться контролем текущей эндогенной пожароопасности выемочных столбов и ранних признаков самонагревания угля.

2.4. В случаях, когда горно-геологические и горнотехнические условия конкретных шахт не соответствуют требованиям по п. 2.2, профилактика пожаробезопасности горных работ для указанных выше схем должна предусматривать дополнительный комплекс горнотехнических и специальных мероприятий, согласованных с НЦ ВостНИИ и местными органами Госгортехнадзора России, которые включают:

отработку выемочных столбов при пластовой подготовке уклонного поля на мощных пластах производить в восходящем порядке;

применение на стадии проектирования горных работ бремсберговой схемы проветривания уклонных полей, обеспечивающей подачу свежего воздуха из нижней точки уклонов;

оставление по простиранию (через 2-3 столба) профилактических целиков размером 60 - 120 м, которые в последующем подлежат отработке, при бесцеликовой технологии угледобычи на пластах мощностью более 3,5 м;

подготовку выемочных столбов парными выработками с оставлением между ними целика шириной 15 - 20 м с последующим погашением его смежным отрабатываемым столбом при бесцеликовой технологии угледобычи из мощных пластов с труднообрушаемой кровлей;

регулирование аэродинамических и теплофизических параметров воздуха в проветриваемой зоне выработанного пространства для исключения в нем процесса сушки угля и увеличения продолжительности инкубационного периода самовозгорания угля;

обработку зон повышенной эндогенной пожароопасности в пределах выемочного столба (поля) антипирогенами в виде аэрозолей, водных растворов и гелеобразующих составов для торможения процесса окисления и самонагревания угля;

оценку текущей эндогенной пожароопасности горных работ и эффективности проводимых профилактических мероприятий.

2.5. Комплекс мероприятий по п. 2.4 может быть эффективным для предупреждения самовозгорания угля и при применении других комбинированных схем, включая возможные подварианты на основе приведенных в приложении 1 по п. 1.1, если необходимость их использования предопределена вентиляционными возможностями шахты, условиями газоотвода или технологией горных работ.

2.6. Выбор необходимого объема мероприятий по предупреждению эндогенных пожаров при использовании комбинированных схем проветривания вы-

емочных столбов в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях разработки пологих и наклонных пластов должен производиться согласно действующим нормативным документам (ПБ, бассейновые инструкции, руководства и др.). При этом при применении схем, приведенных на рисунках П.1.6 – 1.22 (включая возможные на их основе подварианты по п.1), необходимые меры для профилактики пожаробезопасности должны согласовываться с НЦ ВостНИИ на стадии предпроектных разработок (предшествовать согласованию проекта или паспорта, установленному по п. 1.5).

2.7. Оценку текущей эндогенной пожароопасности горных работ и эффективности применяемых мероприятий по предупреждению самовозгорания угля следует производить по единому показателю $R_П = d_{исх} / d_{п\ ост}$,где $d_{п\ ост}$ - влагосодержание воздуха, поступающего в очистной забой, г/кг; $d_{исх}$ - влагосодержание воздуха, исходящего из выработанного пространства в газоотводящую выработку, г/кг.

Дифференцирование показателя текущей эндогенной пожароопасности горных работ (эффективности профилактических мероприятий) необходимо осуществлять по следующим соотношениям: $R_П$ <1,1 независимо от периода наблюдений, пожароопасная зона в выработанном пространстве отсутствует (схема и способ профилактики эффективен); $R_П$ = 1,1 - 1,5 в течение 20 сут, происходит формирование пожароопасной зоны (необходимо увеличение продолжительности обработки выработанного пространства аэрозолями антипирогенов или водными аэрозолями); $R_П$ = 1,5 - 1,9 в течение 10 сут, очаг в стадии интенсивного испарения влаги из угля (необходимо максимально возможное повышение влагосодержания атмосферы выработанного пространства); $R_П$ > 1,9 в течение 3 сут, очаг в стадии углубления зоны испарения (необходимо резкое сокращение утечек воздуха через выработанное пространство вплоть до изоляции очистного забоя).

3. Расчет параметров проветривания выемочного участка

3.1 При изолированном отводе метана из выработанного пространства с помощью поверхностных или подземных газоотсасывающих вентиляторов количе-

ство воздуха, необходимое для проветривания горных выработок выемочного участка, определяется по формуле

$$Q_{вх} = Q_{исх}\,(K^{*}_{ут.в} + K_{п.ш}) \le Q_{вх.\,max} \qquad (3.1)$$

где $Q_{вх}$ - количество воздуха, поступающее в очистные выработки по воздухоподающим выработкам, м^3/мин, если по расчету $Q_{вх} > Q_{вх.max}$, требуется дегазация разрабатываемого пласта;

$Q_{исх}$ - количество воздуха, поступающее из очистной выработки в выработку с исходящей струей воздуха, м^3/мин; определяется по формуле (3.2)

$K_{п.ш}$ - коэффициент, учитывающий расход воздуха или его утечки по поддерживаемой или погашаемой части воздухоподающей выработки в выработанном пространстве.

При естественном распределении воздуха коэффициент $K_{п.ш}$ принимается по данным табл. 7.10 «Руководства по проектированию вентиляции...», а при сокращении расхода воздуха через поддерживаемую выработку определяется по формуле

$$K_{п.ш} = Q_{п.ш} / Q_{исх} \qquad (3.1.1)$$

где $Q_{п.ш}$ - необходимый расход воздуха по поддерживаемой выработке, принимается по данным аналога, но не менее подачи по минимально допустимой в ней скорости движения воздуха при проектном сечении воздухоподающей выработки на период работы лавы до первичной посадки основной кровли и при фактическом сечении после ее посадки.

Сопротивление регулятора в такой выработке для обеспечения необходимого расхода воздуха $Q_{п.ш}$ определяется по данным моделирования вентиляционной сети и корректируется опытным путем.

Для обеспечения оптимальных значений коэффициента $K^{*}_{ут.в}$ на период работы лавы до первичной посадки кровли могут приниматься меры для повышения сопротивления выработанного пространства вплоть до принудительной посадки основной кровли.

Независимо от условий минимальное расчетное значение $K^{*}_{ут.в} = 1{,}2$.

$$Q_{вх} = \frac{194 I_{пл}^{0,86} K_{в}}{(C - C_0)} \qquad (3.2)$$

$Q_{вх.max}$ - Максимально возможная подача воздуха в очистной забой по фактическим возможностям вентиляционной системы шахты с учетом ограничений согласно ПБ, м^3/мин;

$I_{пл}$ - метанообильность очистной выработки, соответствующая газовыделению из разрабатываемого пласта (обнаженной поверхности забоя и отбитого угля) при максимальной скорости подачи комбайна при резании угля, м^3/мин; определяется по формуле (3.17) – по природной газоносности пласта или с ее пересчетом по фактическому газовыделению в лавах-аналогах по формуле (3.21);

$K_в$ коэффициент, учитывающий вынос метана утечками воздуха из призабойного в выработанное пространство; рассчитывается по формуле (3.3)

$$K_{в} = \frac{I_{пл} \dfrac{\ln(K^{*}_{ут.в})}{(K^{*}_{ут.в} - 1)} + \dfrac{I_{вх}}{K^{*}_{ут.в}}}{I_{пл} + I_{вх}}; \qquad (3.3)$$

C - допустимая концентрация метана в исходящей из очистного забоя вентиляционной струе, % ;

C_0 - концентрация метана в поступающей в очистной забой вентиляционной струе,; при наличии метановыделений $I_{вх}$, %;

$I_{вх}$ - газовыделение из стенок воздухоподающих выработок, м^3/мин; определяется по фактическим данным лав-аналогов или рассчитывается в соответствии с п. 3.1.4 "Руководства по проектированию вентиляции ...";

$K^{*}_{ут.в}$ - коэффициент, соответствующий оптимальным по газоотводу утечкам воздуха через выработанное пространство из призабойного пространства очистной выработки;

$$K^{*}_{ут.в} = 1 + K_{сх} exp\left[0,15 \frac{f_{ср}}{a} K_{1} - 0,25 S_{ин}(1 + I_{в} / I_{ин})\right], \qquad (3.4)$$

$K_{сх}$ - коэффициент, зависящий от схемы проветривания очистной

выработки; определяется по формуле

$$K_{cx} = 0{,}125 m_a \left[1 + 2{,}2 \frac{l_B}{l_{oч}} \left(1 + e^{-l_B / l_{oч}} \right) \right]; \qquad (3.5)$$

m_a - вынимаемая мощность пласта (с учетом прослойков, м ;

$l_{oч}$ - длина очистного забоя, включая межлавный целик, м;

l_B - протяженность вентиляционной выработки от призабойного пространства очистного забоя, поддерживаемой для целей газоотвода, м; при $l_B \geq l_{oч}$ их отношение в формулах (3.5) и (3.4) принимается равным 1;

f_{cp} - средневзвешенный коэффициент крепости подработанного горного массива по шкале проф. М.М. Протодьяконова на расстоянии от вынимаемого пласта, равном восьми его мощностям; определяется по данным геологических отчетов в соответствии с формулой (7.53) "Руководства по проектированию вентиляции...";

a - коэффициент, зависящий от значений f_{cp} ;

$$a = 0{,}30 + 0{,}09 f_{cp}; \qquad (3.6)$$

K_1 - коэффициент, зависящий от схемы и способа изолированного газоотвода, определяется по формуле

$$K_1 = 1 + \frac{6(1 - K_\Gamma)}{exp\left[\left(1 + \frac{1{,}16 l_\Gamma}{l_l} \right) + 1{,}5 exp - \left(1 + \frac{1{,}16 l_\Gamma}{l_l} \right) \right]}; \qquad (3.7)$$

K_Γ - коэффициент, определяющий эффективность газоотвода по вентиляционным возможностям воздействия газоотсасывающих вентиляторов на выработанное пространство, прилегающее к очистному забою, принимается в зависимости от технологических схем проветривания и управления газовыделением;

- для схем с газоотводом подземными вентиляторными установками $K_\Gamma = 0$;

- при газоотводе с поддержанием вентиляционных выработок в выработанном пространстве и сохранением дренажных выработок

по всему протяжению $K_l = 1$;

- при газоотводе поверхностными вентиляторными установками с сохранением дренажных выработок и без их сохранения по протяжению выемочного участка при длинах выемочных полях до 1000 м $K_l = 1$; (при больших длинах выемочных полей возможные значения K_l и реализация таких схем определяются на стадии согласования проектных решений по п. 1.10);

- при переходе от комбинированных схем на возвратноточные (типа 1-М), прямоточные (типа 3-В); и при остановке газоотсасывающих вентиляторов $K_l = 0$;

l_l - расстояние от забоя по протяжению выработанного пространства до начала рабочего участка дренажной газоотводящей выработки, м; при отводе газа в дренажную выработку через газоотводящие сбойки, соединяющие эту выработку (при открытых перемычках) с вентиляционным штреком лавы, l_l соответствует расстоянию между ними, а при газоотводе во фланговые дренажные выработки или через скважины на поверхность l_l равно расстоянию от кутка лавы на исходящей струе до места выпуска газа в эти выработки (специальные сбойки, смесительные камеры и т.п.);

H - размер активно проветриваемой зоны в выработанном пространстве, м;

$$H = 37{,}2\, K_{ск}\, f_{ср} [1 - 0{,}73\, exp\,(-0{,}4\, a\, V_{сут})], \qquad (3.8)$$

$V_{сут}$ - среднесуточная скорость подвигания очистного забоя (с учетом пожароопасности), м/сут;

При отработке неопасных и малоопасных к самовозгоранию пластов угля значения l_l не лимитируются, а отношение l_l / H в формуле (3.7), когда для газоотвода применяются газоотсасывающие вентиляторы, принимается равным 1.

В условиях отработки пожароопасных пластов расстояние между газоотводящими на дренажные выработки сбойками определяется из условия

$$l_l \le 0{,}75\, H, \qquad (3.9)$$

согласно которому допустимое отставание (приближение) рабочей сбойки от линии очистного забоя должно изменяться в пределах оптимальной длины $l_{пер}$ (м) для перехода на новую рабочую сбойку, которая определяется по формуле

$$l_{пер} = 0,13\ H + в_{max}\ ; \qquad (3.10)$$

$в_{max}$ - максимальная ширина призабойного пространства в очистной выработке согласно паспорту крепления и управления кровлей, м;

$S_{оч}$ - площадь поперечного сечения призабойного пространства очистной выработки, м^2 ; определяется по табл. 1 ;

Таблица 1

Площадь поперечного сечения призабойных пространств очистных выработок с механизированными крепями $S_{оч}$ (в свету)

Тип крепи (механизированного комплекса)	Вынимаемая мощность пласта, м	Сечение $S_{оч}$ (в свету), м^2
1ОКП 70	1,9 - 2,5	3,35 - 4,6
2ОКП 70	2,3 - 3,3	4,2 - 6,4
3ОКП 70Б	2,8 - 4,0	5,5 - 8,0
4ОКП 70Б	1,6 - 2,2	2,5 - 4,0
1УКП	1,3 - 2,5	2,0 - 4,5
2УКП	2,5 - 4,5	4,0 - 8,0
УКП 4	2,4 - 4,1	3,8 - 8,1
УКП 5	2,9 - 4,25	5,2 - 8,6
КМ 81	2,0 - 3,2	7,0 - 10,5
1КМ 87	1,05 - 1,95	2,3 - 4,6
2КМ 87, КМ 88С	1,25 - 1,95	2,75 - 4,6
1КМ-97Д	0,7 - 1,2	1,5 - 3,4
КМ 130	2,0 - 3,65	4,5 - 9,7
4КМ 130; 4КМТ 130	2,8 - 4,15	6,8 - 11,1
КМ 138	1,4 - 3,2	2,93 - 5,15
КМ 142	2,7 - 5,0	6,4 - 11,8
1КМ 144К	2,05 - 2,8	4,53 - 7,13
МК 75Б	1,6 - 2,2	2,8 - 4,7
1МК 85БТ	1,4 - 2,2	3,2 - 4,3
2КМТ	1,35 - 2,0	3,0 - 4,7
ЮУ	1,15 - 3,2	2,2 - 10,7
"Пиома"	3,1 - 4,0	5,6 - 8,0
"Глинник"	0,8 - 2,6	1,4 - 5,0
"Фазос"	1,4 - 3,0	2,4 - 5,8
50W-09/17-P/	1,05 - 1,6	1,9 - 2,7
50W-13/24-P/	1,4 - 2,3	2,4 - 4,4

Для новых модернизированных комплексов $S_{оч}$ принимается по технической характеристике.

3.2. Для расчета воздуха при переходе от комбинированной к вариантам схем проветривания типа 1-м и 3-В и газоотводу за счет общешахтной депрессии в формулах (3.4); (3.5) и (3.7) необходимо принимать следующие значения параметров:

- для схемы 1-м

$l_B = 0,$ $l_Г = 0,$ $K_Г = 0;$

- для схемы 3-В

$l_B / l_{оч} \leq 1$ - в зависимости от $l_B = H$;

$l_Г / H = 1$ $K_Г = 0;$

- для газоотвода за счет общешахтной депрессии $K_Г = 0;$ l_B и $l_Г$ конкретные значения подобно алгоритму по п. 3.1, при этом, если $l_Г > H$, отношение $l_Г / H$ принимается без предельного ограничения на уровне 1.

3.3. Расчетные значения расходов воздуха по п.3.1 и 3.2 проверяются и согласуются с расчетами его подачи по людям и допустимым скоростям движения воздуха в соответствии с формулами (7.36), (7.39) и (7.41) "Руководства по проектированию вентиляции...".

3.4. Допустимая средняя суточная нагрузка на очистную выработку по газовому фактору определяется, исходя из обеспечения работы комбайна в рабочую смену при максимально возможной скорости его подачи согласно его технической характеристики с учетом нормативных положений в зависимости от конкретной сопротивляемости пласта резанию угля. Другие факторы: приемная способность конвейерной линии (т/мин) и производительность комбайна по скорости крепления очистного забоя при организации рентабельной добычи не сдерживает ее, и для каждых конкретных условий их влияние может быть сведено до минимума.

Максимально возможная расчетная скорость подачи комбайна с учетом отмеченного $l'_{п\ пр}$ (м/мин) и соответствующие такой подаче производительность комбайна $j_{пр}$ (т/мин), максимум добычи в рабочую смену $A_{см\ пр}$ (т/см) и

суточной нагрузки на очистную выработку A_p (т/сут) определяются по методике , изложенной в " Прогрессивных технологических схемах разработки пластов в угольных шахтах", М., 1979 г.:

$$j_{пр} = m_в \varphi r K_r V_п, \tag{3.11}$$

где φ - плотность угля в пласте вместе с породными прослойками, т/м^3 ;

$$\varphi = \gamma / K_и \tag{3.12}$$

$$K_и = 1 - 0{,}01 (A_c + W_a), \tag{3.13}$$

A_c и W_a - соответственно зольность и влажность по выходу горной массы из забоя, %;

r - ширина захвата комбайна, м;

K_r - коэффициент использования захвата в долях от его ширины;

$V_п$ - максимально возможная для данных условий скорость подачи комбайна в соответствии с его технической характеристикой, м/мин;

$$A_{см.\,пр} = T_{см} j_{пр} K_м \tag{3.14}$$

$T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, мин;

$K_м$ - сменный коэффициент машинного времени; при односторонней выемке угля $K_м$ = 0,5; при двухсторонней (челноковой) $K_м$ = 1;

$$A_p = A_{см.\,пр} n_{см} \tag{3.15}$$

$n_{см}$ - число рабочих смен по добыче угля;

Максимально возможная нагрузка A_{max} (т/сут) на очистной забой с учетом газового фактора определяется в следующем порядке.

При расчетной нагрузке $A_p \geq A_{пр}/n_1$

$$A_{max} = \frac{A_p}{I_{пр}} \left(\frac{Q_{в.ф}}{194 K_г} \right)^{1/n}, \tag{3.16}$$

A_p - суточная нагрузка на очистной забой при максимальной подаче комбайна, т/сут; определяется по формуле (3.15);

$Q_{в.ф}$ - фактическая подача воздуха в очистной забой и воздухоподающие выработки согласно условия (3.1), м^3/мин;

$I_{пл.р}$ - газовыделение из разрабатываемого пласта при максимальной подаче комбайна, м ^{3}/мин; определяется согласно положений "Руководства по проектированию вентиляции..." по формуле

При $A_p < 3\ A_{пл.р} / n_1$ расчеты максимально возможной нагрузки по газовому фактору A_{max} в соответствии с формулой 3.16 не производятся, а максимальная нагрузка определяется по формуле (6.17) "Руководства по проектированию вентиляции...", в которой значение $\bar{I}_p$ определяется по формуле (3.17) настоящего раздела, Q_p соответствует фактически возможной подаче воздуха в очистной забой (по исходящей струе) – формула 3.2, а $I_{оч.р} = I_{оч}$.

$$I_{пл} = j_{пр} K_{и} X_{Г} K_{пл} K_{м} \frac{n_{см} T_{см}}{1440} K_{Т.У} \left[1 + \frac{K}{K_{Т.У}} (1 - K_{Т.У}) e^{-n_1 A_p / A_{max.p}} \right] \qquad (3.17)$$

где $X_Г$ - природная газоносность разрабатываемого пласта (с учетом фактического или необходимого коэффициента эффективности дегазации $K_{дегаз}$) , м^3/т с.б.м. (здесь и далее в формулах (3.17.1), (3.19) при расчетах по данным лав-аналогов $X_Г = X_{Г.Ф}$

$K_{пл}$ - коэффициент дренирования пласта подготовительными выработками - формула (3.10) "Руководства по проектирования вентиляции..." ;

$K_{Т.У}$ - коэффициент, учитывающий степень дегазации отбитого угля при его транспортировании по выработкам участка; определяется по формуле

$$K_{Т.У} = a_2 \left[b_3 \sqrt[4]{\sum \frac{l_{Т_i}}{60 V_{Т_i}}} + b_4 \sqrt[4]{\frac{l_{оч}}{60 V_{Т.Э}}} \right] \qquad (3.18)$$

где a_2 - коэффициент, характеризующий газоотдачу отбитого угля; для ориентировочных расчетов определяется по табл. 3.3 "Руководства по проектированию вентиляции..." /1/ с разделением пластов по выходу летучих веществ на три категории, а для конкретных значений V^{daf} - по формуле

$$a_2 = 0{,}25\ a_3 \ , \qquad (3.18.1)$$

a_3 - коэффициент, характеризующий газоотдачу угля в массиве;

(табл. 3.5 "Руководства по проектированию вентиляции...");

l_{Ti} - протяженность выработок с i-ым типом конвейера по пути движения угля от комбайна за пределы участка или воздухоподающей выработки, м;

$l_{оч}$ - проектная длина очистного забоя, м.

V_{Ti} - скорость транспортирования угля на участке l_{Ti}, м/с;

$V_{Tл}$ - скорость транспортирования угля по лаве, м/с;

$в_3$,$в_4$ - коэффициенты, зависящие от технологической схемы выемки угля:

- при односторонней выемке угля $в_3$ =0,6; $в_4$= 0,4;

- при двухсторонней выемке угля $в_3$ = 1; $в_4$= 0;

K - коэффициент, характеризующий газоносность пласта на кромке свежеобнаженного забоя;

$$K = \left(1 - \frac{X_{о.г.}}{X_г}\right) e^{-n_1 / t} \qquad (3.19)$$

$X_{о.г.}$ - остаточная газоносность угля, м^3/т с.б.м. (табл. 3.2 "Руководства по проектированию вентиляции...");

n_1 - коэффициент, характеризующий газоотдачу пласта через обнаженную поверхность очистного забоя, определяется по формуле (3.7) "Руководства по проектированию вентиляции..." при $V_{оч}$= 1.

$A_р$ - суточная добыча угля при максимальной подаче комбайна, т/сут, - формула (3.15);

$A_{пл\,р}$ - проектная продуктивность пласта, т;

$$A_{пл\,р} = m_к \, l_{оч\,р} \, \gamma, \qquad (3.20)$$

$l_{оч\,р}$ - проектная длина очистного забоя, м.

Расчет расхода воздуха по конвейерным выработкам выемочного участка с обособленным проветриванием определяется по формулам (7.21), (7.84) и п. 7.5.2 «Руководства по проектированию вентиляции...».

Газовыделение из отбитого угля для организации обособленного проветривания конвейерных выработок определяется по формуле

$$I_{пл} = j_{пр} K_{и} X_{Г} K_{пл} K_{м} \frac{n_{см} T_{см}}{1440} K'_{ТУ} (1 - K e^{-n_1 A_{р} / A_{пл\,р}}) \qquad (3.17.1)$$

при

$$K_{Т.У} = a_2 b_3 \left[\sqrt[4]{\sum \frac{l_{Т.i}}{60 V_{Т.i}}} - \sqrt[4]{\frac{l_{оч}}{60 V_{Т.л}} + \frac{l_{Т.л}}{60 V_{Т}}} \right] \qquad (3.17.2)$$

где $l_{Т.i}$ - протяженность конвейерной линии по участкам, включая $l_{оч}$ при скорости транспортирования угля $V_{Т.i}$, м;

$l_{Т.л}$ - участок конвейерной выработки при скорости транспортирования угля $V_{Т}$, который проветривается последовательно с призабойным пространством очистного забоя, м.

При отсутствии и недостаточной надежности данных о природной газоносности разрабатываемого пласта ее значения определяются по фактическому газовыделению в лавах-аналогах $I_{пл.ф}$ (м^3/мин) в зависимости от фактической добычи угля $A_{ф}$ (т/сут) по формуле

$$X_{Г} = \frac{\dfrac{1440 I_{пл\,ф}}{A_{ф} K_{и.ф} K_{пл\,ф} K_{Т.У.Ф}} - X_{0.Г.Ф}}{\left[1 + \dfrac{1 - K_{Т.У.Ф}}{K_{Т.У.Ф}} e^{-n_1 \left(\frac{1}{r_{ф}} + \frac{A_{ф}}{A_{пл\,ф}} \right)} \right]} + X_{0.Г.Ф}, \qquad (3.21)$$

где $I_{пл\,ф}$ - фактическое газовыделение из разрабатываемого пласта (м^3/мин) по данным декадных замеров (с учетом лабораторных анализов и телеметрии), соответствующих среднесуточной за период замеров добычи угля $A_{ф}$ (т/сут) и средней продуктивности пласта $A_{пл\,ф}$ (т) при фактических значениях $T_{см\,ф}$, $n_{см\,ф}$, $K_{и\,ф}$, $K_{пл\,ф}$, $K_{Т.У.Ф}$, $n_{1\,ф}$ и $r_{ф}$, определяемых по формулам с параметрами, соответствующими лавам-аналогам.

$X_{0.Г.Ф}$ - остаточная метаноносность угля лавы-аналога, определяется по табл. 3.2 «Руководства по проектированию вентиляции угольных шахт».

Аналог для достоверности расчетов должен удовлетворять следующим условиям:

- лава-аналог должна отрабатываться столбовой системой разработки с обрушением кровли и обратным порядком отработки пласта при аналогичной подготовке выемочного поля с проектируемыми участками (столбами по простиранию или по падению);

- при ведении горных работ на глубинах до 300 м ниже верхней границы зоны метановых газов разность глубин разработки по проектируемой лаве и лаве-аналогу не должна превышать 20 м, а при больших глубинах разработки - 50 м;

- горногеологические условия в отношении нарушенности пласта, гидрогеологии и т.п. для проектной лавы должны быть не хуже, чем для лавы-аналога.

Для упрощения расчетов ожидаемое газовыделение в выработки участка может определяться подобно алгоритмам "Руководства по проектированию вентиляции..." по п. 3.2.4. В таком случае

$$I_{вп} = I_{вп.ф}\frac{I_{оч}}{I_{оч\,ф}} \cdot \frac{(1-e^{-\lambda_p A_p})(1+\nu_p A_p)}{(1-e^{-\lambda_ф A_ф})(1+\nu_ф A_ф)}, \qquad (3.17.3)$$

$$I_{уч} = I_{оч}(2-K_в) + I_{вп}, \qquad (3.17.4)$$

где λ и ν - коэффициенты (расчетные и фактические) определяются по формулам

$$\lambda = 2{,}8\frac{n_1}{A_{пл}}; \qquad (3.17.5)$$

$$\nu = 2\frac{n_1}{A_{пл}}(K_{т\,у} - 0{,}1) \qquad (3.17.6)$$

При расчете по лавам-аналогам $A_{пл}$, n_1 и $K_{т\,у}$ принимается по фактическим данным.

Однако при таких расчетах аналог в дополнение к приведенным выше условиям должен соответствовать проектируемым лавам относительно одинаковой схемы выемки угля (односторонняя, двухсторонняя), а фактическая эффективность дегазации пласта и выработанного пространства должны быть не ниже проектных значений.

3.5. Количество воздуха, необходимого для изолированного отвода метана из прилегающих к лаве выработанных пространств в газоотводящие (дренажные) выработки определяется по формулам

$$Q_{в.п} = Q_{г.в} = Q_{вх} - Q_{исх} = Q_{исх}(K^*_{ут.в} + K_{п.ш} - 1); \quad (3.22)$$

$$Q_{в.п.} = Q_{вх} \cdot \left(1 - \frac{1}{K^*_{ут.в} + K_{п.ш}}\right) \quad (3.23)$$

4. Расчет параметров газоотводящей сети

4.1. Расчет падения депрессии по выработанному пространству $h_{в.п}$ производится по формуле

$$h_{вп} = \frac{r_л^2}{r_{кв}} Re\left[L_{вп} - \frac{(1-Re)}{a} \ln \frac{2Re + \exp ax_0}{2Re + \exp -a(L_{вп} - x_0)}\right], \quad (4.1)$$

где Re - безразмерный параметр (аналог критерия Рейнольдса для выработанного пространства); определяется по формуле

$$Re = \frac{Q_{в.п.} \cdot r_{кв.}}{F \cdot r_{л.}}; \quad (4.2)$$

F - площадь фильтрационного потока, м^2; определяется по формуле

$$F = \frac{m K_{рп}}{K_{рп} - 1} l_{л.}; \quad (4.3)$$

$r_л$, $r_{кв}$ - соответственно удельное линейное и удельное квадратичное сопротивления выработанного пространства, даН с/ м^4 и даН с^2/м^5; принимаются по табл.2 ;

a - размерный параметр, характеризующий крутизну изменения границ площадей фильтрации с линейным и квадратичным законами сопротивления, 1 /м; принимается по табл. 2;

x_0 - расстояние от забоя лавы до зоны подбучивания пород кровли, равное четырем первичным шагам обрушения основной кровли, м; принимается по данным геологической службы шахт;

$K_{р.в}$ - коэффициент разрыхления пород кровли; принимается по табл. 2;

$Q_{в.п}$ - количество воздуха, отводимого через выработанное пространство, м^3/с;

Таблица 2

Значения параметров для определения $h_{вп}$ в зависимости от средневзвешенной крепости пород кровли

$f_{ср}$	$r_{эо}$	$r_{кв}$	$K_{р.п}$	a
До 3	100	8400	1,3	0,011
3-5	51	6600	1,5	0,01
5-7	23	4800	1,8	0,008
7-9	10	3200	2,0	0,005

4.2. Расчет падения депрессии в газоотводящих (дренажных) выработках

Падение депрессии в поддерживаемых газоотводящих выработках $h_{г.в}$ определяется по формуле

$$h_{г.в} = \sum R_{уд.г.в} \cdot L_{г.в} \cdot Q^2_{г.в}, \qquad (4.4)$$

где $R_{уд.г.в}$ - удельное аэродинамическое сопротивление газоотводящей выработки, даПа с^2/м^7; для поддерживаемых выработок $R_{уд.г.в}$ определяется в соответствии с рис. 1;

$L_{г.в}$ - длина выработки, м;

$Q_{г.в}$ - количество воздуха, отводимое по этой выработке, м^3/с.

$$Q_{г.в} = Q_{в.п.} + Q_{доп}$$

$Q_{доп}$ - притечки воздуха в газоотводящие выработки, трубопроводы или скважины из старых выработанных пространств или действующих выработок

Значение притечек воздуха $Q_{доп}$ принимается по данным лав-аналогов или результатам моделирования вентиляционной сети.

Для неподдерживаемых выработок $R_{уд.н.в}$ определяется по формуле

$$R_{уд.н.в} = R_{уд.п.в} K_R (1 + T_{ст.в})^3 \qquad (4.5)$$

где $R_{уд.п.в}$ - сопротивление газоотводящих выработок при их первоначальном сечении (на стадии проходки), определяется по графику на рис.1, даПа;

K_R - коэффициент, характеризующий изменение сопротивления выработки на период его использования в качестве дренажной, даПА; при извлечении крепи K_R = 1,4; при усилении крепи перед погашением выработки стойками или кострами K_R = 2,8 ;

$T_{ст.в}$ - время использования лавы, мес.

Удельное аэродинамическое сопротивление

поддерживаемых газоотводящих выработок

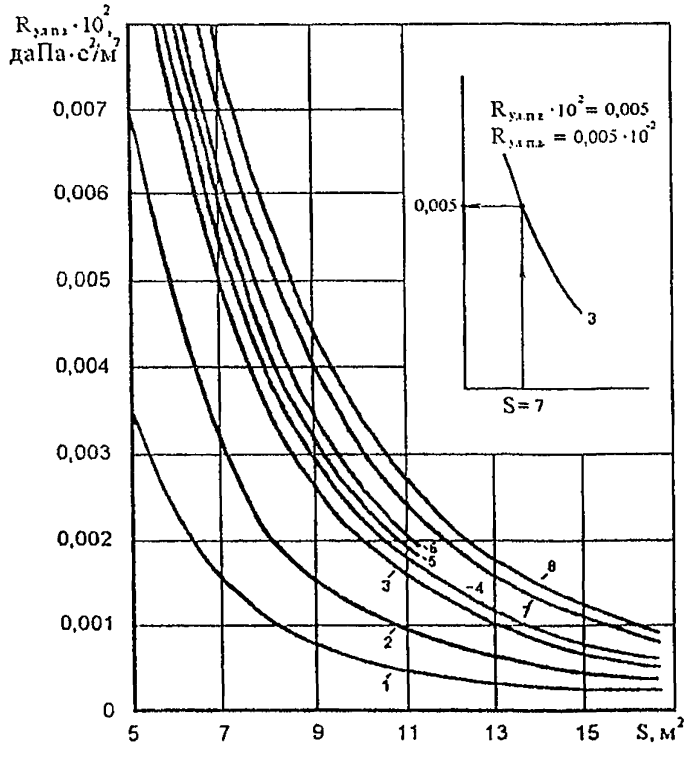


Рис. 1

Кривые на рис. 1 соответствуют выработкам:

1. Закрепленные бетоном, кирпичом, бетонитами.
2. Незакрепленные выработки или выработки с анкерной крепью.
3. Закрепленные металлической аркой (l = 1 м).
4. Закрепленные металлической аркой (l = 0,5 м).
5. Неполные рамы из круглого леса (Δ = 2) или ЖБС с металлическим верхняком (Δ = 2) (Δ - продольный калибр крепи. Равен отношению расстояния между стойками крепи к ширине стойки).
6. Неполные рамы из круглого леса (Δ = 4).
7. Неполные рамы из ЖБС (Δ = 4) или металлическая арка (l = 1 м) с конвейером.
8. Металлическая арка с конвейером (l = 0,5 м).

4.3. Расчет падения депрессии в вентиляционных скважинах

Определение падения депрессии в вентиляционной скважине производится по формуле

$$h_c = R_{уд.c} \cdot L_c \cdot Q^2_c \,, \qquad (4.6)$$

где $R_{уд.c}$ - удельное аэродинамическое сопротивление скважин, даПа $с^2/м^7$; представлены в табл. 3, 4;

L_c - длина скважины, м;

Q_c - количество воздуха, отводимого по скважине из газоотводящих выработок $Q_{г.в}$ с учетом притечек воздуха $Q_{доп}$, $м^3/с$,

$$Q_c = Q_{г.в.} + Q_{доп} \qquad (4.7)$$

Таблица 3

Значения удельного аэродинамического сопротивления скважин $R_{уд.c}$, закрепленных металлическими трубами

Срок службы скважины, лет	Удельное аэродинамическое сопротивление скважин $R_{уд.c}$, даПа $\cdot с^2/м^7$, диаметром ,м					
	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
1	0,056	0,022	0,01	0,005	0,002	0,0006
2	0,062	0,024	0,011	0,006	0,002	0,0007
3	0,073	0,028	0,012	0,006	0,002	0,0007
4	0,083	0,032	0,014	0,007	0,002	0,0008
5	0,093	0,035	0,015	0,008	0,002	0,0009
6	0,104	0,039	0,017	0,009	0,003	0,0010
7	0,114	0,043	0,018	0,009	0,003	0,0011
8-10	0,122	0,046	0,02	0,01	0,003	0,0011

Таблица 4

Значения удельного аэродинамического сопротивления скважин, не закрепленных или закрепленных бетоном

Способ проведения скважин	Удельное аэродинамическое сопротивление скважин, $R_{уд}$, даПа ·с^2 /м^7, диаметром ,м					
	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
Скважины без крепления						
По породе: по простиранию вкрест простирания;	0,166 0,207	0,0667 0,0833	0,0158 0,0198	0,0052 0,0065	0,0007 0,0008	0,0001 0,0002
По углю	0,166	0,0667	0,0158	0,0052	0,0007	0,0001
Закрепленные бетоном						
Любой	-	-	-	0,0016	0,0002	0,0001

При использовании нескольких (куста) скважин их общее удельное сопротивление определяется по формуле

$$R_{уд.с(n)} = \frac{R_{уд.с(m)}}{\left[\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\frac{R_{уд.с(m)}}{R_{уд.с(i)}}}\right]^2}, \qquad (4.8)$$

где $R_{уд.с(m)}$, $R_{уд.с(i)}$ - удельное сопротивление соответственно m-й и i-й скважин из общего числа скважин в кусте $i = 1, \ldots, n$ (принимаются по данным табл. 3,4) .

Для диаметров скважин не указанных в табл. 3, 4, удельное сопротивление определяется по формуле

$$R_{уд.с} = 6{,}5\ \alpha / d^5, \qquad (4.9)$$

где α - коэффициент аэродинамического сопротивления скважин, даПа ·с^2 /м^2; принимается в соответствии со справочным материалом или определяется обратным пересчетом значений $R_{уд.с}$ на α по данным табл. 3, 4 для наиболее больших (крайних по области) диаметров.

Применение скважин диаметром менее 500 мм допускается только с разрешения Кузнецкого управления Госгортехнадзора России.

4.4 Расчет падения депрессии в жестком газоотсасывающем трубопроводе

Определение падения депрессии в жестком газоотсасывающем трубопроводе производится по формуле

$$h_{тр} = R_{общ.тр} \cdot Q^2_{тр}, \qquad (4.10)$$

где $R_{общ.тр}$ - общее аэродинамическое сопротивление жесткого трубопровода, даПа с^2/м^6;

$Q_{тр}$ - количество воздуха, отводимого по трубопроводу из выработанного пространства $Q_{в.п}$ с учетом притечек воздуха $Q_{доп}$ из старых выработанных пространств и из действующих горных выработок через изолирующие перемычки (при отводе с дренажных выработок) или из условия разжижения газа в трубопроводе (при отводе от сопряжения лавы)

$$Q_{тр}=(Q_{в.п} + Q_{доп}) . \qquad (4.11)$$

Значения $Q_{в.п}$ и $Q_{доп}$ определяются по п. 4.3 с учетом условия (6.1)

$$R_{общ.тр} = \frac{1,2\, R_{уд}\, l_{в}}{K_{в.тр}} + \sum R_{м.в} + \frac{1,2\, R_{уд}\, l_{н}}{K_{ут.тр}} + \sum R_{м.н}, \qquad (4.12)$$

где $R_{уд}$ - удельное аэродинамическое сопротивление трубопровода, даПа с^2/м^7; принимается по табл.3;

$l_в$, $l_н$ - длина соответственно всасывающего и нагнетательного участков трубопровода, м ;

$K_{в.тр}$ - коэффициенты соответственно подсосов и утечек МВС в

$K_{ут.тр}$ трубопроводе; определяются по формуле (4.13);

$\Sigma R_{м\,в}$, $\Sigma R_{м\,н}$ - аэродинамическое сопротивление фасонных частей соответственно на всасывающем и нагнетательном участках трубопровода,

даПа·с^2/м^7; принимается по табл. 5.

Таблица 5

Аэродинамическое сопротивление фасонных частей жесткого трубопровода

Типы фасонных частей		Аэродинамическое сопротивление фасонных частей жесткого трубопровода $R_м$, даПа·с^2/м^7, диаметром ,м						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Колено составное под углом	30°		0,17	0,08	0,05	0,03	0,02	-	-
	45°		0,27	0,13	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01
	60°		0,28	0,14	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01
	90°		1,16	0,58	0,30	0,17	0,11	0,07	0,03
Отвод от трубопровода под углом 45°				0,46	0,25	0,14	0,09	0,06	0,03
Тройник с разветвлением в обе стороны под углом 60°				0,54	0,29	0,17	0,11	0,07	0,03

В общем виде притечки (утечки) воздуха в трубопроводе представляются выражением

$$K_{п\,(ут)тр} = \left(\frac{1}{3} K_{ут\,ст} d_{тр}^{\,l_{тр}} / l_{зв} \sqrt{R_{уд} l_{тр}} + 1 \right)^2, \qquad (4.13)$$

где $K_{ут.\,ст}$ - коэффициент удельной стыковой воздухопроницаемости трубопровода (принимается равным 0,001);

$d_{тр}$, $l_{тр}$, $l_{зв}$ - диаметр, м; длина трубопровода, м; и длина звена трубопровода соответствуют для притечек воздуха $K_{п\,тр}$ всасывающей части става труб, а утечек $K_{ут\,тр}$ - нагнетательной;

$R_{уд}$ - удельное аэродинамическое сопротивление трубопровода, даПа с^2/м^7 ; определяется по формуле (4.7) при значениях коэффициента α , соответствующих данным табл. 6, или принимается по данным табл. 3 (как для обсаженных металлическими трубами скважин со сроком службы 5 лет и более).

Таблица 6

Значения коэффициентов α для жесткого трубопровода

Диаметр труб, м	Значения коэффициентов $\alpha \cdot 10^4$, даПа·с^2/м^7, для труб	
	новых	бывших в употреблении
0,3	3,7	4,6
0,4	3,6	4,5
0,5	3,5	4,4
0,6	3,5	4,4
0,7	3,1	3,9
0,8	2,9	3,6
0,9	2,7	3,4
1,0	2,5	3,1
1,2	2,3	2,9

5. Определение режима работы и выбор газоотсасывающего вентилятора

5.1. Расчет депрессии газоотсасывающего вентилятора

$$H_{в.р} = h_{в.п} - (\pm h_{л}) + h_{г.в} + h_{с}, \qquad (5.1)$$

где $h_{л}$ - действующий напор на сопряжении очистной выработки с тупиком конвейерного штрека (знак "-" при всасывающем способе проветривания и "+" при нагнетательном) , даПа.

5.2. Выбор газоотсасывающего вентилятора

По найденным значениям $H_{в.р}$ и $Q_{тр}$ или $Q_{с}$ определяется режимная точка работы вентилятора.

В случае, если режимная точка расположена между двумя кривыми характеристик работы вентилятора, соответствующими определенному углу установки лопаток, то принимается угол установки, соответствующий верхней характеристике. При предельном угле, когда режимная точка расположена вилке кривых характеристик предполагаемого к установке вентилятора, режим его работы пересчитывается с учетом увеличения диаметра планировавшихся скважин (трубопроводов) или их количества, либо принимается установка нескольких вентиляторов в комбинации параллельно-последовательного соединения вплоть до их замены на более мощный газоотсасывающий вентилятор.

На начало горных работ после запуска вентиляторной установки угол разворота лопаток или число работающих вентиляторов уменьшают в соответствии с расчетом, чтобы достигнуть соответствия фактических параметров проветривания участка расчетным значениям (по расходу воздуха и концентрации метана в исходящей лавы). При концентрации метана меньше 1% отклонения фактических расходов воздуха от расчетных не должны превышать ± 10 %. Затем по мере развития горных работ режим работы газоотсасывающей установки, наоборот, интенсифицируют при этих же условиях безопасности. При этом в обоих случаях, если такое регулирование режимов работы установки приводит к большему изменению расхода воздуха на исходящей лавы, для выполнения этого условия должна производиться соответствующая подача дополнительного количества воздуха через регулировочное окно перед всасом вентилятора.

6. Проверка концентрации метана в поступающей к подземному вентилятору метановоздушной смеси

Безопасная эксплуатация газоотсасывающей установки обеспечивается при концентрации метана в газоотводящем трубопроводе перед вентилятором после регулировочного окна $C_в$, %, меньше допустимого предела $C_{в.\,доп}$, %, равного в соответствии с "Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт" 3%, что выражается условием

$$C_в \le C_{в.\,доп} = 3\,\%. \qquad (6.1)$$

На действующих установках значение $C_в$ принимается по данным прямых замеров, а на стадии проектирования определяется по формуле

$$C_в = \frac{1941^{0,86}_{в.п}}{Q'_в}, \qquad (6.2)$$

где $I_{в.п}$ - газовыделение из выработанного пространства в газоотводящую сеть, м^3/мин; определяется по фактическому газовыделению лав-аналогов с использованием формулы (3.17.3) или по природной газоносности пластов согласно "Руководства по проектированию вентиляции..."

$Q'_в$ - производительность вентилятора, соответствующая принятому углу установки лопаток вентилятора, м^3/мин; определяется путем построения в соответствии с рис.2.

При невыполнении данного условия, когда $C_в > 3$ %, должно производиться разбавление метановоздушной смеси, отсасываемой вентилятором из выработанного пространства, путем увеличения производительности вентилятора за счет изменения угла установки лопаток, с одновременным ее подсвежением через регулировочное окно.

Необходимое для этого увеличение производительности вентилятора определяется по формуле

$$Q_{под} = Q'_в \left(\frac{C_в}{C_{в.доп}} - 1 \right), \qquad (6.3)$$

где $Q_{под}$ - необходимый прирост производительности вентилятора для обеспечения безопасного режима его работы.

Такая необходимость может возникнуть сразу после запуска газоотсасывающей установки при выборе начального угла разворота лопаток или числа вентиляторов, тогда после выбора этого угла по п. 5.3 производится его корректировка (увеличение), чтобы концентрация метана $C_в$ снизилась, как минимум, до 3 %.

С этой целью на характеристику вентиляторной установки по замеренным значениям $H'_{вр}$ и $Q'_{тр}$, соответствующим начальному режиму ее работы, обеспечивающему требуемые параметры проветривания участка, наносится режимная точка 1. Определяют аэродинамическое сопротивление газоотводящей сети на этот период работы установки $R'_{сс}$, даПа с^2 /м^6, по формуле

$$R'_{сс} = \frac{H'_{вр}}{(Q'_{тр})^2}, \qquad (6.4)$$

где $H'_{вр}$, $Q'_{тр}$ - соответственно депрессия, даПа, и производительность, м^3/с, вентиляторной установки для режимной точки 1.

Затем, подобно приведенным на рис. 2 построениям, на характеристику установки по существующим правилам наносится общая характеристика газоотсасывающей сети. При переходе на ближайший больший угол установки лопаток и получения точек 2 и 3 определяют допустимую для этого режима величину подсвежения через регулировочное окно

$$Q'_{под} = Q'_{в} - Q_{в}, \qquad (6.5)$$

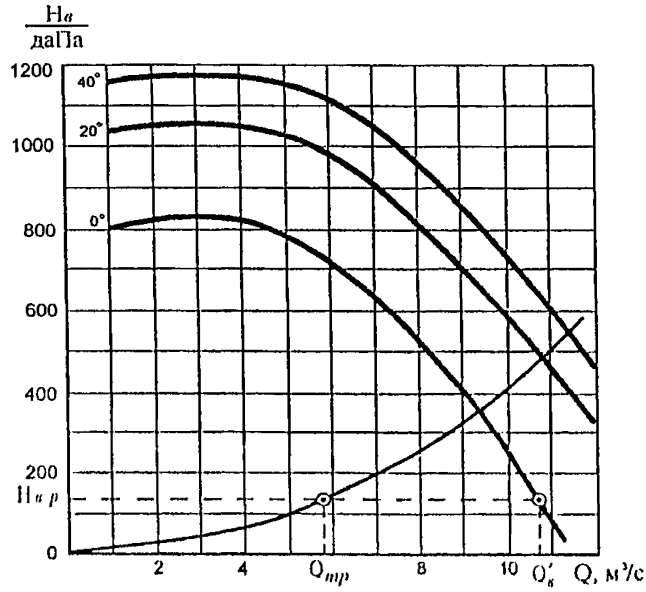


рис. 2

При полученном значении $Q'_{под} \geq Q_{под}$, рассчитанном по формуле (6.5), построения заканчивают. Разворачивают лопатки вентилятора и открывают окно до вывода режима его работы в точку 3.

Если $Q'_{под} < Q_{под}$, построения повторяют подобным образом для еще большего угла установки лопаток и т.д.

Расчет подсвежения для разжижения метановоздушной смеси в трубопроводе перед вентиляторной установкой на последующих этапах отработки участка, если вновь возникнет такая необходимость, производится по аналогии с приведенным.

Расход воздуха на подсвежение вентиляционной струи в дренажных выработках в соответствии с п.1.7 рассчитывается по формуле (6.3), в которой $Q'_{в}$ при-

нимается равным расходу воздуха в дренажной выработке при концентрации метана $C_в$. Допустимая концентрация метана $C_{в.доп}$ определяется согласно п.1.7.

Расчет производительности вентилятора производится исходя из формулы (6.5).

7. Расчет количества воздуха для разжижения метана в смесительной камере

7.1. Количество воздуха $Q_{с.к}$, м3/мин, проходящее по выработке перед смесительной камерой из условия разжижения метана до допустимой концентрации, при устройстве камеры на исходящей струе лавы (выемочного участка) определяется по формуле

$$Q_{с.к} \geq Q_{вх} + Q_{тр}\left(\frac{C_{в.доп}}{C} - 1\right); \qquad (7.1)$$

где C - допустимая ПБ концентрация метана в выработке, в которой установлена смесительная камера, %;

$C_{в.доп}$ - концентрация метана в газоотводящем трубопроводе, %.

7.2. При оборудовании смесительной камеры в выработке, по которой не проходит исходящая струя выемочного участка,

$$Q_{с.к} \geq \frac{100 \cdot I_{в.п}}{C - C_п}, \qquad (7.2)$$

где C - допустимая ПБ концентрация метана в выработке за смесительной камерой, %;

$C_п$ - концентрация метана в поступающей к смесительной камере вентиляционной струе, %.

8 Требования к оборудованию выемочного участка автоматической стационарной аппаратурой контроля содержания метана (АГК) , централизованного телеконтроля расхода воздуха и обеспечению взрывозащиты

Выемочные участки при комбинированной схеме проветривания должны оборудоваться системой автоматического газового контроля в горных выработках АГК. Аппаратура АГК предназначена для непрерывного измерения содержания метана в действующих горных выработках, телепередачи информации на диспетчерский пункт шахты и ее регистрации, дистанционной сигнализации о достижении нормативного содержания метана и выдачи команд на автоматическое отключение электрооборудования.

Датчики стационарной аппаратуры газового контроля должны устанавливаться:

в шахтах всех категорий по газу, в поступающей в очистную выработку вентиляционной струе на расстоянии не более 5 м от забоя в верхней части сечения выработки на стороне, противоположной лаве. Датчики отключают электроэнергию с выемочного участка при достижении концентрации 0,5 %, воздействуя через аппарат сигнализации на ячейку распределительной подстанции или трансформаторы, находящиеся вне выемочного участка;

в тупиках вентиляционных выработок, погашаемых вслед за очистными забоями, под кровлей выработки у завала или перемычки, изолирующей погашенную часть выработки, у стенки выработки, противоположной выходу из лавы. Датчик служит для контроля местных и слоевых скоплений метана и отключения электроэнергии в очистном забое и выработках выемочного участка по ходу исходящей струи при достижении концентрации 2 %. Информация с датчика должна передаваться на пульт горного диспетчера и регистрироваться;

в исходящей струе очистной выработки, в верхней части выработки, на расстоянии 10-20 м от забоя. Датчик служит для контроля содержания метана в исходящей струе и отключения электроэнергии в очистном забое и выработках выемочного участка по ходу движения исходящей струи при достижении кон-

центрации 1 %. Информация с датчика должна передаваться на пульт горного диспетчера и регистрироваться;

в исходящей струе выемочного участка, на расстоянии 10-20 м от сопряжения с главной воздухоотводящей выработкой. Датчик служит для контроля содержания метана в исходящей струе и отключения электроэнергии в очистном забое и выработках выемочного участка по ходу движения исходящей струи при достижении концентрации 1 %. Информация с датчика должна передаваться на пульт горного диспетчера и регистрироваться;

для схем в исходящей струе очистной выработки в сохраняемом штреке, на расстоянии 10-20 м от забоя. Датчик устанавливается в верхней части сечения выработки на стороне, примыкающей к выработанному пространству. Датчик служит для контроля местных и слоевых скоплений метана в месте ведения работ по восстановлению выработки и отключения электроэнергии в очистном забое при достижении концентрации метана 2 %. Информация с датчика должна передаваться на пульт горного диспетчера и регистрироваться;

у смесительных камер газоотсасывающих установок в 15-20 м от выхода из камеры по ходу движения вентиляционной струи. Датчик служит для контроля содержания метана в исходящей из смесительной камеры вентиляционной струе и отключения электроэнергии на выемочном участке и в выработках по ходу движения вентиляционной струи при достижении концентрации 1 %. Информация с датчика должна передаваться на пульт горного диспетчера и регистрироваться;

в камерах газоотсасывающих установок над вентиляторной установкой. Датчик служит для контроля содержания метана в камере и отключения электроэнергии, питающей газоотсасывающую установку, при достижении концентрации 1 %.

Для обеспечения централизованного телеконтроля расхода воздуха на выемочных участках должна производиться установка датчиков скорости движения воздушной струи в поступающих и исходящих струях выемочного уча-

стка. Места расположения датчиков определяются индивидуально для каждого выемочного участка в процессе согласования проектной документации.

При организации промышленного выпуска стационарных приборов непрерывного автоматического контроля метана в газодренажных выработках все газодренажные выработки, имеющие аэродинамическую связь с действующими выработками, должны быть оборудованы такими приборами.

Для получения полноценной информации о параметрах отсасываемой газоотсасывающими вентиляторными установками метановоздушной смеси необходимо производить автоматизированный контроль концентрации метана в смеси, расход смеси (скорости движения смеси) и депрессии вентиляторной установки.

Контроль данных параметров должен производиться автоматическими датчиками или их выносными элементами, располагаемыми в горизонтальной части коллектора (трубопровода) перед его разветвлением к рабочему и резервному вентиляторам, а при симметричном расположении рабочего и резервного вентиляторов (на концах коллектора) относительно скважины - на каждом ответвлении коллектора перед регулировочным окном, расположенным непосредственно перед каждым из вентиляторов.

Исходя из требуемых режимов работы вентиляторных установок и качества отсасываемой метановоздушной смеси аппаратура контроля всех параметров: концентрации метана, расхода воздуха и разряжения в сети, должна обеспечивать работоспособность при стопроцентной влажности, воздействию пылевого потока с частицами различных фракций, вплоть до мелких камешков, концентрации пыли до 2500 мг/м^3 и воздействию скоростного потока до 60 м/с.

Датчики контроля концентрации метана должны иметь диапазон измерения от 0 до 100%.

Датчики давления (разряжения) - от 0 до 20000 Па.

Датчики расхода воздуха - от 0 до 4000 м^3/мин, при скоростях воздуха до 60 м/с.

Для предотвращения проникновения пламени в выработанное пространство шахты все газоотсасывающие установки должны быть оборудованы огнепреградителями.

Огнепреградитель должен устанавливаться:

при односторонней установке вентиляторных агрегатов на коллекторе, объединяющем одну или несколько вентиляционных скважин (трубопроводов при подземной установке вентиляторов) - в коллекторе непосредственно перед его разветвлением к рабочему и резервному вентиляторам;

при симметричном расположении рабочего и резервного вентиляторов на коллекторе относительно вентиляционной скважины (группы скважин или трубопроводов) - в каждом из колен коллектора.

Огнепреградители в коллекторе (трубопроводе) должны располагаться на прямолинейном участке в непосредственной близости от защищаемого объекта (скважины, трубопровода).

Для локализации потенциально опасных источников воспламенения метановоздушной смеси в условиях комбинированного способа проветривания выемочных участков с использованием подземных и поверхностных газоотсасывающих вентиляторных установок, до разработки огнепреградителей, допущенных к применению Госгортехнадзором России, могут применяться водяные заслоны.

Водяные заслоны должны оборудоваться в газодренажных выработках, в которые пробурены вентиляционные скважины или заведены трубопроводы газоотсасывающих вентиляторов. При этом заслон должен примыкать к первой со стороны выработанного пространства вентиляционной скважине или располагаться непосредственно перед всасывающим патрубком газоотсасывающего вентилятора, заведенным за изолирующую перемычку.

Возводимые водяные заслоны должны удовлетворять требованиям § 268 (ПБ, книга 1) и "Инструкции по борьбе с пылью и пылевзрывозащите" (ПБ, книга 3).

Количество воды в заслоне определяется из расчёта 400 л на 1м^2 сечения выработки в свету. Длина заслона должна быть не менее 30 м . При этом расстояние между кровлей выработки и верхней кромкой водоналивной ёмкости должна быть в пределах 100 – 600 мм.

Число водоналивных ёмкостей в заслоне должно приниматься с запасом не менее 10 % .

Расстояние между рядами подвески ёмкостей с водой по длине выработки необходимо выдерживать равным в пределах 0,5 -1,0 м.

В качестве водяных сосудов для заслонов могут использованы полиэтиленовые мешки ёмкостью не более 45 л каждый. При этом полиэтилен должен удовлетворять следующим требованиям:

- величина поверхностного электрического сопротивления - не более 3.10^8 Ом;

- величина кислородного индекса – не менее 25 %;

- наличие санитарно- эпидемиологического заключения о соответствии государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам (гигиеническая характеристика продукции).

Для защиты выработок и сооружений от воздействия ударной волны водяной заслон на длине не менее 10 м формируется из расчёта расхода воды 30 кг на 1 м^3 выработки в свету (с учётом расхода воды пламегасящей взрывозащитной части заслона представлено на рисунке 3.части). Рекомендуемое размещение полиэтиленовых ёмкостей в пламегасящей и взрывозащитной части заслона представлено на рисунке 3.

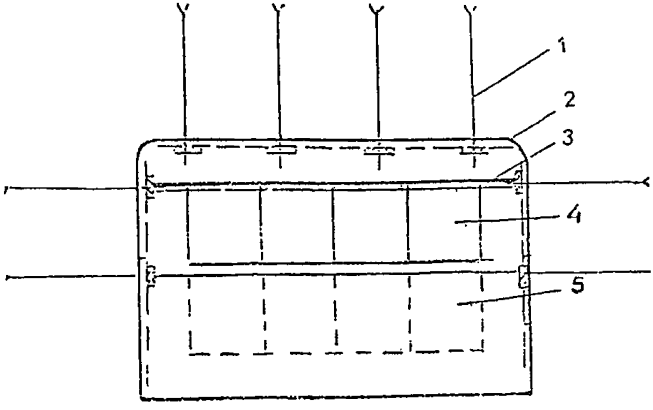


Рисунок 3 - Размещение полиэтиленовых ёмкостей с водой в выработке :

1 - анкер; 2 – выработка; 3 – стержни для подвески ёмкостей;

4 – полиэтиленовые ёмкости пламегасящего заслона (30 м);

5 – дополнительные ёмкости взрывозащитной части заслона на длине 10 м.

Эффективность гашения ударной волны при взрыве метана водяным заслоном с точностью до 10% аппроксимируется формулой:

$$\frac{P_3}{P_1}=\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0,63}\left[1-\frac{m-30}{1700}\left(\frac{P_2}{P_1}\right)\right],$$

где P_3 - запреградное давление после прохождения УВВ через заслон, Па;

P_1 - атмосферное давление на глубине заложения выработки, Па;

P_2 - давление в УВВ перед заслоном (рассчитывается по "Уставу военизированной горноспасательной части(ВГСЧ) по организации и ведению горноспасательных работ на предприятиях угольной и сланцевой промышленности". М.1997 или принимается максимальной - 1,6 МПа);

m - масса воды в единице объёма заслона, кг/м^3 .

Данная формула применима в пределах изменения параметров: 10^5 Па $\le P_2 \le 1{,}6 \cdot 10^6$ Па; 20 кг/м^3 $\le m \le$ 50 кг/м^3.

Все выработки на пути изолированного отвода метана должны быть изолированы взрывоустойчивыми перемычками.

Сохранность водяных мешков в пламегасящем заслоне должна периодически контролироваться лицами, оговоренными специальным приказом по шахте.

Крепление выработки с неконтролируемым заслоном должно быть усилено из расчёта её поддержания на весь срок отработки лавы.

9 Требования к оборудованию эксплуатации и контролю за работой подземных газоотсасывающих вентиляторных установок

9.1 Проектирование и сооружение подземных высоконапорных газоотсасывающих вентиляторных установок производится в соответствии с настоящими требованиями.

9.2 В качестве вентиляторных установок специального назначения разрешается применять газоотсасывающие вентиляторы, техническая характеристика которых позволяет осуществлять отвод метановоздушных смесей с концентрацией 0 - 100 %.

9.3 Подземная газоотсасывающая вентиляторная установка должна состоять из рабочего и резервного вентиляторов равной производительности.

9.4 Газоотсасывающая установка должна монтироваться в специально оборудованной камере (сбойке или нише) и соответствовать следующим требованиям:

-крепление камеры должно быть выполнено из негорючего материала;

-подход к вентиляторам должен быть обеспечен с обеих сторон;

-камера должна проветриваться свежей струей воздуха.

9.5 Выработка, в которой за перемычку заводится всасывающий трубопровод, должна быть закреплена металлической крепью с перетяжкой из негорючего материала.

9.6 Вентиляторы газоотсасывающей установки должны монтироваться горизонтально на бетонном фундаменте и заземляться.

9.7 Всасывающие трубопроводы рабочего и резервного вентиляторов должны быть оборудованы автоматическими (типа “падающая ляда”) обрат-

ными клапанами для предотвращения поступления воздуха к рабочему вентилятору через резервный; регулировочными окнами для подсвежения отсасываемой метановоздушной смеси; устройством, позволяющим производить замер концентрации метана в отсасываемой метановоздушной смеси, а общий всасывающий трубопровод - шиберной заслонкой.

9.8 Соединение входных патрубков вентиляторов с всасывающими трубопроводами должно выполняться из гибкого трудногорючего материала и исключать притечки воздуха, все соединения трубопроводов должны быть разборными (болтовыми, хомутами и т.д.).

9.9 Прием в эксплуатацию вентиляторных установок производится комиссией, назначенной директором шахты с участием представителя РГТИ.

9.10 Газоотсасывающая установка должна работать непрерывно и обслуживаться до полной изоляции участка. Выключение ее допускается только на время профилактических осмотров и ремонтов по письменному распоряжению главного инженера шахты с уведомлением начальника участка ВТБ.

9.11 При остановке вентиляторной установки (рабочий и резервный вентиляторы) электроэнергия на обслуживаемом участке должна быть автоматически отключена, а люди выведены в выработки со свежей струей воздуха.

9.12 Профилактические осмотры и ремонты газоотсасывающей установки должны производиться по графику не реже двух раз в месяц в выходные дни или нерабочие смены под руководством механика участка. График плановых осмотров и ремонтов утверждается главным инженером шахты.

9.13 Электроснабжение газоотсасывающей установки должно быть независимым от электроснабжения обслуживаемого участка.

9.14 Электроснабжение рабочего и резервного газоотсасывающих вентиляторов должно осуществляться от независимых источников питания.

9.15 Подземная газоотсасывающая вентиляторная установка должна быть оборудована автоматизированной системой аэрогазового контроля. Сбор, передача и регистрация информации о параметрах работы газоотсасывающей установки должны обеспечиваться в рамках единой действующей системы ав-

рогазового контроля. В зависимости от действующей системы газового контроля система регистрации результатов контроля может осуществляться самопишущими устройствами или заноситься и храниться в компьютерной базе данных с возможностью извлечения и обработки сохраненной информации.

9.16 Техническое обслуживание вентиляторной установки производится в соответствии с "Руководством по эксплуатации газоотсасывающего вентилятора".

9.17 При любой остановке газоотсасывающего вентилятора всасывающий трубопровод должен быть автоматически перекрыт шибером и открыто окно для проветривания вентилятора.

9.18 Газоотсасывающая установка должна обслуживаться дежурным машинистом, прошедшим инструктаж и отвечающим за работу установки в данной смене.

В камере газоотсасывающего вентилятора должны быть установлены телефоны и средства пожаротушения. В камере должна находиться "Книга учета работы газоотсасывающей установки", контроль за ведением которой возлагается на механика участка, и выписка из плана ликвидации аварии.

Машинист газоотсасывающей установки обязан:

в случае возникновения аварийной ситуации действовать в соответствии с планом ликвидации аварии;

осуществлять ежесменный осмотр вентилятора (без его остановки), трубопроводов и смесительной камеры и обо всех замеченных недостатках сообщать начальнику выемочного участка;

измерять не реже одного раза в час содержание метана в трубопроводе. Измерения содержания метана осуществляются переносными приборами эпизодического действия;

обеспечивать контроль за подсвежением метановоздушной смеси, отсасываемой из выработанного пространства. При превышении допустимой концентрации метана 3 % в метановоздушной смеси перед всасом вентилятора немедленно поставить в известность горного диспетчера и начальника участка

ВТБ, после чего путем дополнительной подачи воздуха на подсвежение добиться допустимой концентрации.

9.19 Сменные инженерно-технические работники участка обязаны не реже одного раза в смену, а вентиляционный надзор - не реже одного раза в сутки, осуществлять контроль концентрации метана на выходе из смесительной камеры, в трубопроводе и камере газоотсасывающей установки. При разработке пластов, склонных к самовозгоранию, замер содержания окиси углерода в отсасываемой метановоздушной смеси необходимо производить один раз в сутки экспресс-методом.

10 Требования к оборудованию, эксплуатации и контролю за работой поверхностных газоотсасывающих вентиляторных установок

10.1 Проектирование и сооружение поверхностных высоконапорных газоотсасывающих вентиляторных установок производится в соответствии с настоящими требованиями по специальным проектам.

10.2 В качестве вентиляторных установок специального назначения разрешается применять газоотсасывающие вентиляторы, техническая характеристика которых позволяет осуществлять отвод метановоздушных смесей с концентрацией (0 - 100 %).

10.3 Вентиляторы устанавливаются горизонтально на бетонном фундаменте вблизи устьев газоотводящих скважин. Скважины могут буриться как для отработки выемочных полей одиночного пласта, так и свит высокогазоносных пластов пологого и наклонного падения.

10.4 Вентиляторная установка состоит из рабочего и резервного вентиляторов равной производительности, соединенных с вентиляционной скважиной (скважинами) металлическим трубопроводом. Соединение входных патрубков вентиляторов с всасывающим трубопроводом (коллектором) должно быть гибким, выполняться из негорючего материла, и исключать притечки воздуха.

10.5 Прием в эксплуатацию вентиляторных установок производится комиссией, назначенной директором шахты с участием представителя РГТН.

10.6 Газоотсасывающая установка должна работать непрерывно и обслуживаться до полной изоляции выемочного участка. Выключение ее допускается только на время профилактических осмотров и ремонтов по письменному распоряжению главного инженера шахты с уведомлением начальника участка ВТБ.

10.7 При остановке вентиляторной установки (рабочий и резервный вентиляторы) после сообщения от дежурного машиниста работы на выемочном участке должны быть прекращены, а люди выведены в выработки со свежей струей воздуха.

10.8 Газоотводящая выработка и сопряжение ее со скважиной должны быть закреплены металлической крепью с перетяжкой из негорючего материала.

10.9 Всасывающие трубопроводы рабочего и резервного вентиляторов должны быть оборудованы автоматическими обратными клапанами типа "падающая ляда" для предотвращения поступления воздуха к рабочему вентилятору через резервный; регулировочными окнами для регулирования количества отсасываемой метановоздушной смеси; устройством, позволяющим производить замер концентрации метана в отсасываемой метановоздушной смеси, а общий всасывающий трубопровод - шиберной заслонкой, все соединения трубопроводов должны быть разборными.

10.10 Выхлопной патрубок вентиляторной установки должен располагаться вертикально и иметь высоту не менее 3 м от верхней кромки корпуса вентиляторной установки.

10.11 При эксплуатации вентиляторных установок предусматриваются специальные меры по предупреждению обмерзания газоотсасывающих трубопроводов и вентиляторов.

10.12 Электроснабжение рабочего и резервного газоотсасывающих вентиляторов должно осуществляться от независимых источников питания.

10.13 Вентиляторы и электродвигатели заземляются согласно приложения 3.

10.14 Техническое обслуживание вентиляторной установки производится в соответствии с "Руководством по эксплуатации газоотсасывающего вентилятора".

10.15 Для защиты от действия атмосферного электричества вентиляторная установка оборудуется молниезащитой в соответствии с требованиями "Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений" РД 34.21.122-87) и приложением 4.

10.16 Вентиляторная установка удаляется от ближайших жилых и технических сооружений, автомобильных дорог общего пользования, железнодорожных линий, высоковольтных линий передач, подстанций, трансформаторов и электрораспределительных устройств не менее чем на 30 м, от горящих отвалов - на 300 м, от негорящих - за пределы механической защитной зоны.

10.17 При организации промышленного выпуска устройств по предотвращению проникновения пламени с поверхности в шахту по вентиляционным скважинам, все вентиляторные установки должны быть оборудованы такими устройствами.

10.18 Территория вентиляторной установки (скважина, газоотсасывающий трубопровод, вентиляторы) обносится оградой высотой не менее 2 м, изготовленной из негорючего материала (металлическая сетка, решетка, колючая проволока). Расстояние от ограды до вентиляторов, скважин, газоотсасывающих трубопроводов должно составлять не менее 30 м.

10.19 Пусковая аппаратура располагается в специальном металлическом шкафу на расстоянии не менее 30 м от вентиляторов и устьев газоотводящих скважин.

10.20 При расположении газоотсасывающих вентиляторных установок на поверхности системы сбора, передачи и регистрации информации о параметрах работы вентиляторной установки как и для подземной должны обеспечиваться в рамках единой действующей системы аэрогазового контроля с обеспечением всех предусмотренных в ней функций.

При невозможности организации функционирования системы контроля параметров работы поверхностных установок в рамках единой шахтной системы (значительное удаление от поверхности технологического комплекса шахты) допускается организация автономного пункта сбора и регистрации инфор-

мации для одной или нескольких газоотсасывающих установок, удовлетворяющего всем требованиям, предъявляемым к шахтным системам в соответствии с действующими нормативными документами. При этом передача информации из автономных систем контроля в единую шахтную систему может осуществляться на магнитных носителях.

10.21 Вентиляторная установка должна обслуживаться дежурным машинистом, прошедшим инструктаж и отвечающим за работу установки в данной смене.

Машинист газоотсасывающей установки обязан:

в случае возникновения аварийной ситуации действовать в соответствии с планом ликвидации аварии;

осуществлять ежесменный осмотр вентиляторов (без его остановки) и трубопроводов;

осуществлять контроль за работой установки и температурой подшипников;

ИТР участка ВТБ осуществлять контроль концентрации метана и режимов в работе рабочего и резервного вентиляторов не реже 3-х раз в месяц, с занесением результатов в форму №2;

обо всех замеченных недостатках сообщать горному диспетчеру.

Результаты измерений и сведения о состоянии установки регистрируются в "Книге учета работы газоотсасывающей установки".

10.22 Не реже одного раза в час производить замер концентрации метана и депрессии рабочего вентилятора, а при разработке пластов, склонных к самовозгоранию, один раз в сутки производить замер содержания окиси углерода в отсасываемой метановоздушной смеси экспресс-методом. Измерения содержания метана осуществляются переносными приборами эпизодического действия;

10.23 Для обслуживающего персонала необходимо иметь специальное помещение, в котором должны находиться:

средства связи (телефон, рация);

приборы для измерения концентрации метана, производительности и депрессии вентилятора;

книга учета работы газоотсасывающей установки;

инструкция по безопасной эксплуатации и техническому обслуживанию газоотсасывающей установки;

схема электроснабжения газоотсасывающей установки;

выписка из плана ликвидации аварий;

средства пожаротушения. Объем и виды пожаротушащих средств определяются в соответствии с "Инструкцией по противопожарной защите угольных шахт" ПБ.

10.24 Помещение для обслуживающего персонала и пусковой аппаратуры располагается с учетом преобладающего направления ветров и обогревается паровыми, водяными или электрическими нагревательными приборами. Запрещается применение печного отопления.

10.25 Запрещается курение и применение открытого огня на территории вентиляторной установки. Снаружи на ограде вентиляторной установки вывешиваются предупредительные плакаты: "Опасно: метан!", "Вход посторонним воспрещен!", "Курить строго запрещается!".

Сварочные и автогенные работы на территории вентиляторной установки запрещены.

10.26 В случае воспламенения выбрасываемой в атмосферу метановоздушной смеси или загорания масла в подшипниках необходимо сообщить об аварии горному диспетчеру шахты и принять меры по ликвидации возникшей аварии в соответствии с позицией Плана ликвидации аварии.

11 Требования к режимам работы газоотсасывающих вентиляторных установок в аварийных ситуациях

11.1 Поверхностная газоотсасывающая установка в ПЛА должна быть предусмотрена как самостоятельная позиция.

В случае возникновения аварийной ситуации на одном из агрегатов не допускается прекращение работы поверхностной вентиляторной установки. В связи с этим действия машиниста предусматриваются в следующей последовательности.

При аварийной остановке машинист обязан:

сообщить горному диспетчеру;

закрыть шиберную заслонку, отделяющую всасывающий трубопровод от аварийного вентилятора и открыть регулировочное окно;

открыть шиберную заслонку, отделяющую всасывающий трубопровод от резервного вентилятора;

включить резервный вентилятор и убедиться в отсутствии подсосов воздуха через аварийный вентилятор, шиберную заслонку и регулировочное окно и в случае необходимости принять меры по их устранению.

При возгорании подшипников, кабелей, электродвигателя и др. элементов вентиляторной установки:

сообщить горному диспетчеру;

закрыть шиберную заслонку, отделяющую всасывающий трубопровод от аварийного вентилятора и открыть регулировочное окно;

приступить к тушению, используя порошковый или газовый огнетушитель;

после ликвидации очага возгорания произвести остановку аварийного вентилятора и включить резервный.

При возникновении аварийной ситуации в выработках выемочного участка режим работы газоотсасывающего вентилятора не меняется до момента особого распоряжения руководителя работ по ликвидации аварии.

11.2 Подземная газоотсасывающая установка в ПЛА должна быть предусмотрена позицией выработки, в которой она установлена.

В случае возникновения аварийной ситуации на одном из агрегатов подземной вентиляторной установки работа ее прекращается только в случае реверсирования вентиляционной струи в выработках, где расположена вентиляторная установка. В других случаях вентиляторная установка должна работать,

а действия машиниста, обеспечивающего необходимый режим работы вентиляторной установки, предусматриваются в той же последовательности, как и для поверхностной установки.

12 Требования к оборудованию смесительных камер

12.1 Смесительная камера представляет из себя устройство для предварительного, перед выпуском в общешахтную струю воздуха, разбавления метановоздушной смеси отводимой из источника с концентрацией метана, превышающей допустимые ПБ нормы.

12.2 Оборудование смесительных камер должно производится за пределами выемочного участка.

12.3 Оборудование смесительной камеры должно производиться в выработках с исходящей струей воздуха, но не исключается возможность ее оборудования в выработках со свежей струей при условии исключения ее дальнейшего использования для проветривания других объектов шахты.

12.4 Часть горной выработки, предусмотренной для оборудования смесительной камеры, включая 5 м по обе стороны от нее, должна быть обеспечена креплением из материалов высшей или средней степени огнестойкости (крепь - металлическая или бетонная, перетяжка - железобетонная затяжка или стекловолокно при сроке службы смесительной камеры не более 1 года).

12.5 Длина смесительной камеры должна составлять не менее 10 м, а ширина не менее 1,5 м.

12.6 Смесительная камера должна представлять собой сплошную продольную перегородку, выполненную из ряда металлических или железобетонных стоек расположенных друг от друга на расстоянии не более 1,5 м или двойного шага установки крепи и перетянуты на всю высоту выработки огнестойким материалом (бетонная затяжка, стеклоткань).

12.7 Вход и выход из смесительной камеры должны быть отгорожены металлической решеткой для предотвращения доступа людей.

12.8 При оборудовании смесительной камеры на выхлопе нагнетательного трубопровода газоотсасывающей установки, конец нагнетательного трубопровода в смесительной камере должен быть расположен на расстоянии 2 м от входа в нее со стороны подходящей струи воздуха и располагаться под углом 45^0 к направлению основного потока.

12.9 При оборудовании смесительной камеры у газоотводящей выработки она должна устанавливаться таким образом, чтобы один ее конец располагался на расстоянии не далее 2 м от борта газоотводящей выработки со стороны подходящей струи воздуха.

12.10 При оборудовании смесительной камеры в выработках с рельсовой откаткой зазор между подвижным составом и смесительной камерой должен составлять не менее 0,25 м

12.11 Контроль за состоянием смесительной камеры должен осуществляться сменными инженерно-техническими работниками участка не реже одного раза в смену, а надзором участка ВТБ - не реже одного раза в сутки. Результаты визуального контроля состояния смесительной камеры и замеры содержания метана на выходе из нее заносятся в наряд - путевку.

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по жесткому вентиляционному трубопроводу и созданием аэродинамического барьера при отработке сближенных пластов

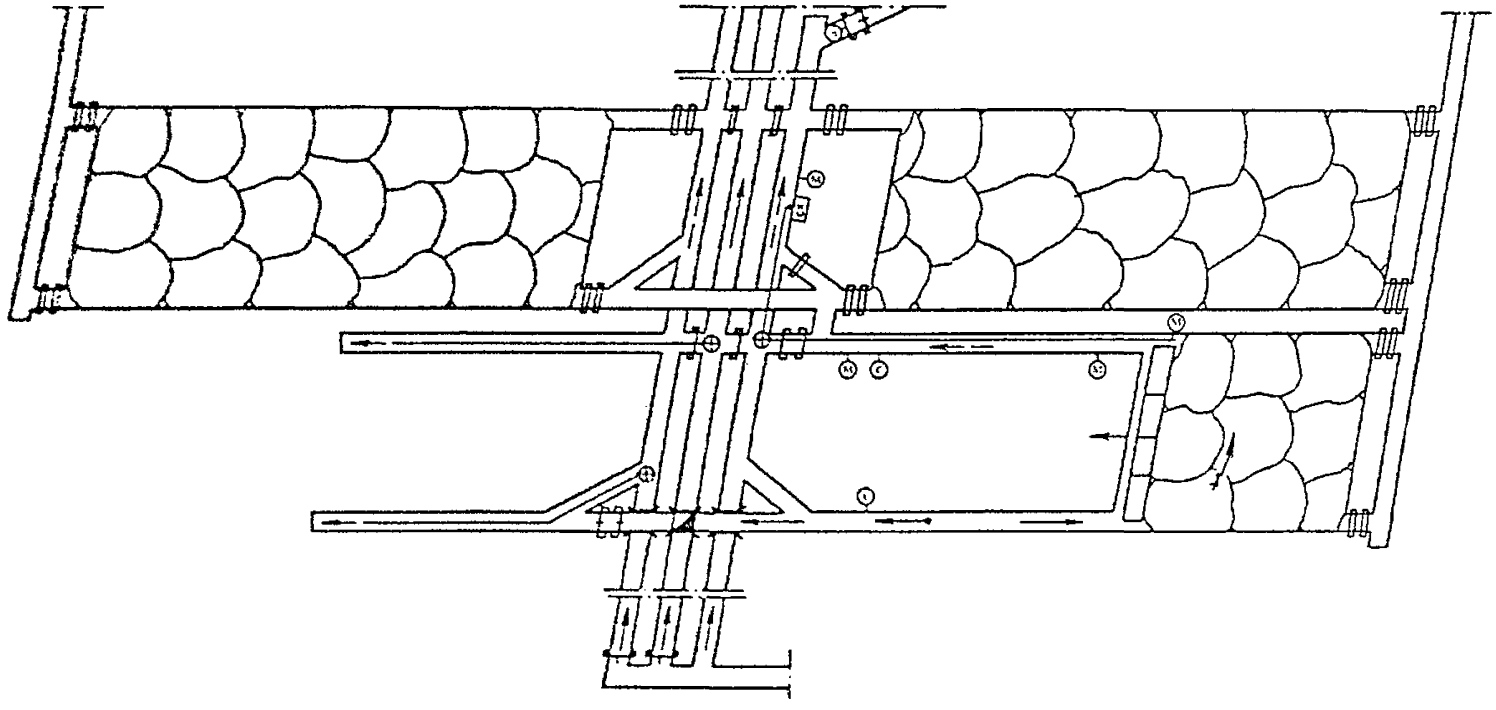


Рис. П.1.1

Приложение 1

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по подземным газоотсасывающим вентилятором с его поэтапным перемонтажем вслед подвигания очистного забоя

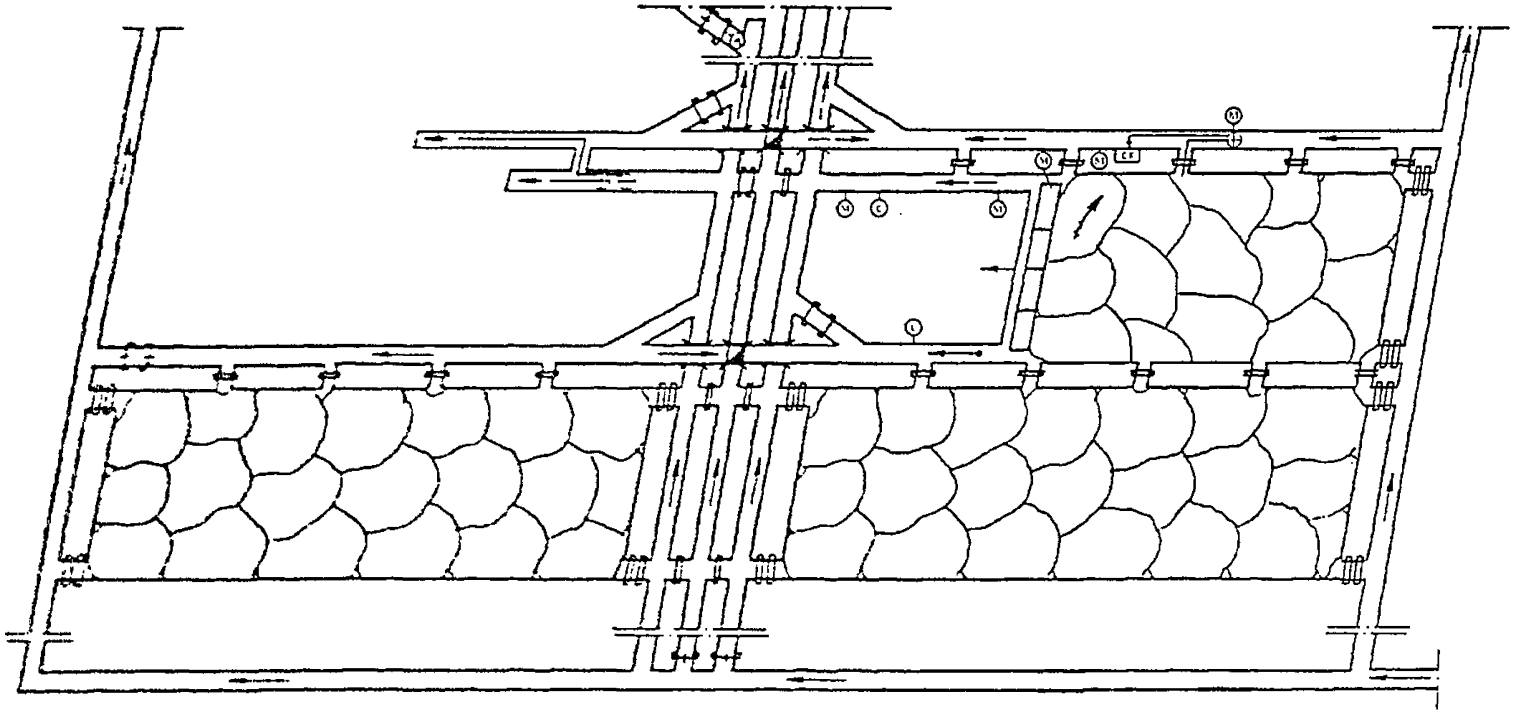


Рис. П.1.2

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по прилегающей к очистному забою вентиляционной сбойке и поддерживаемой дренажной выработке подземным газоотсасывающим вентилятором

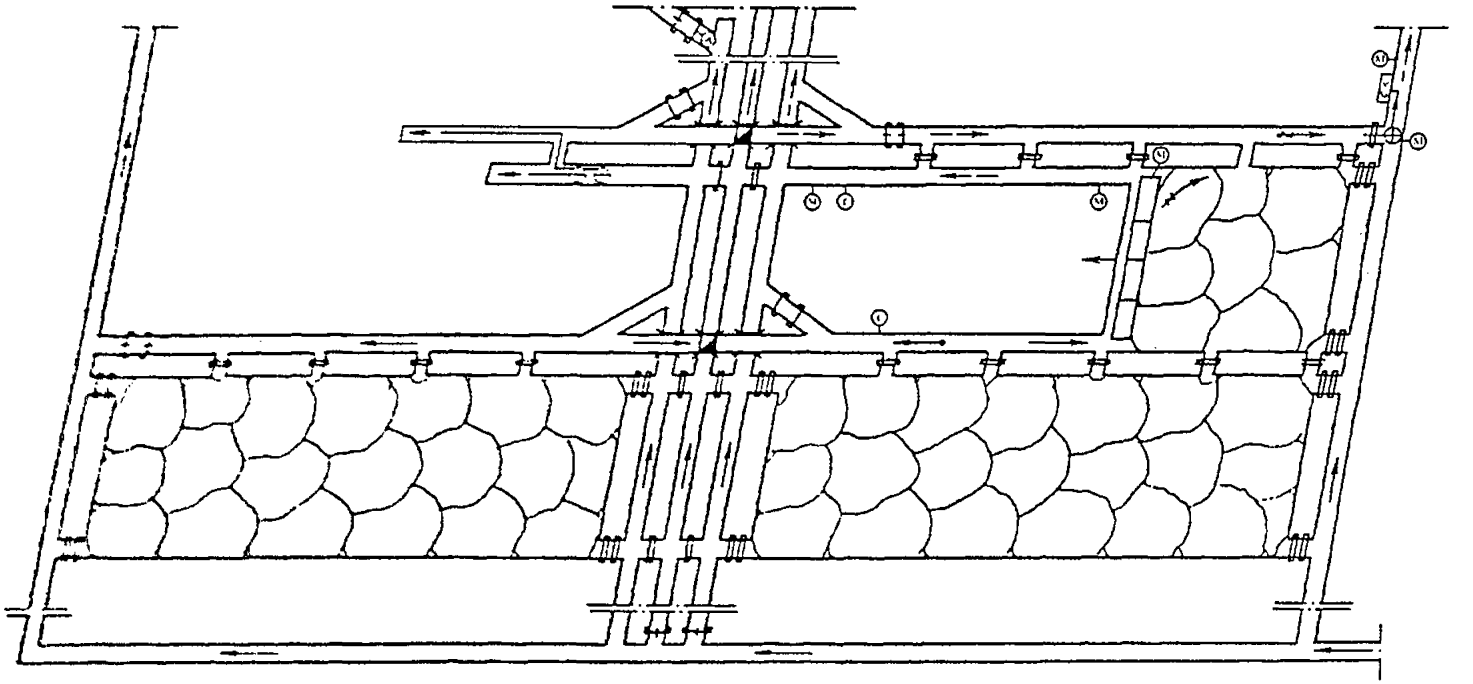


Рис. П.1.3

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по прилегающей к очистному забою вентиляционной сбойке и поддерживаемой дренажной выработке подземным газоотсасывающим вентилятором

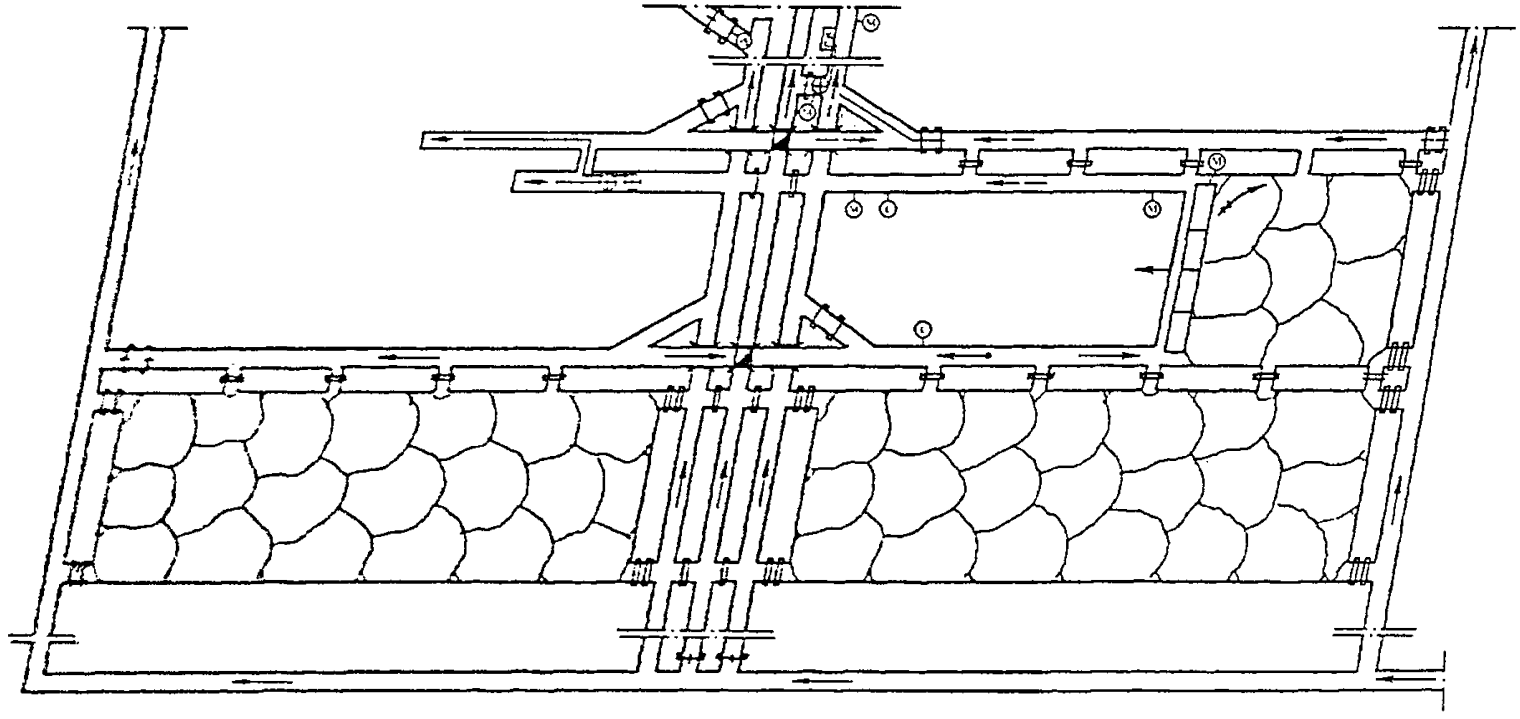


Рис. П.1.4

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по поддерживаемым дренажным выработкам поверхностным газоотсасывающим вентилятором

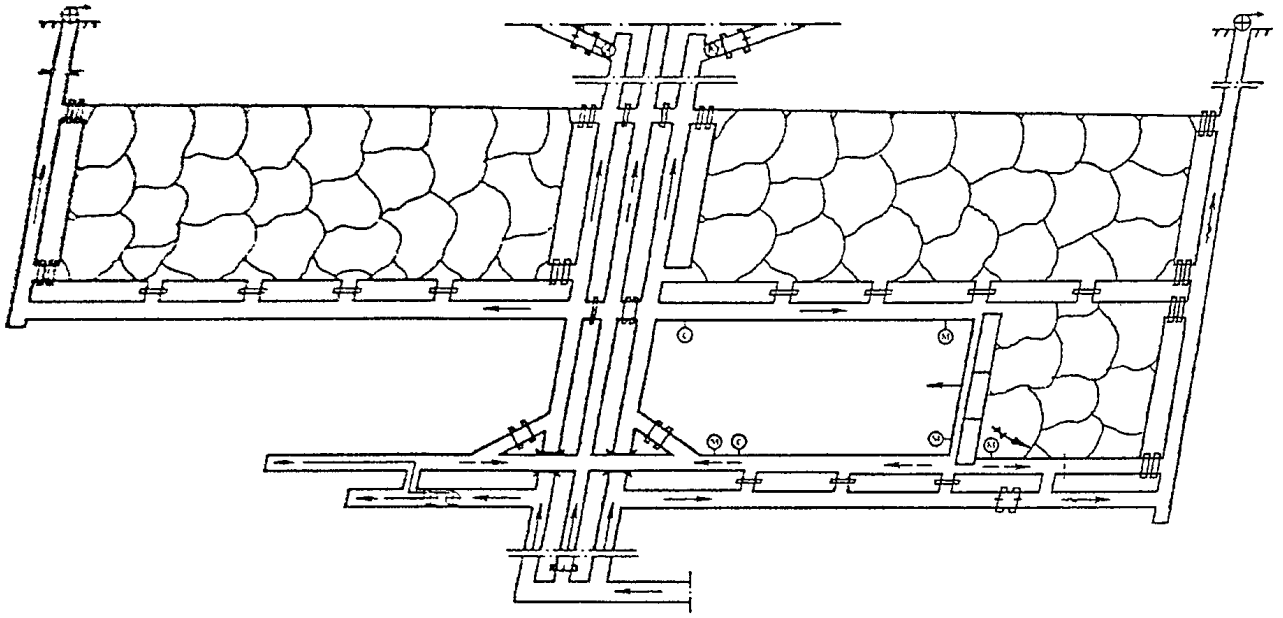


Рис. П.1.5

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по вентиляционной скважине поверхностным газоотсасывающим вентилятором

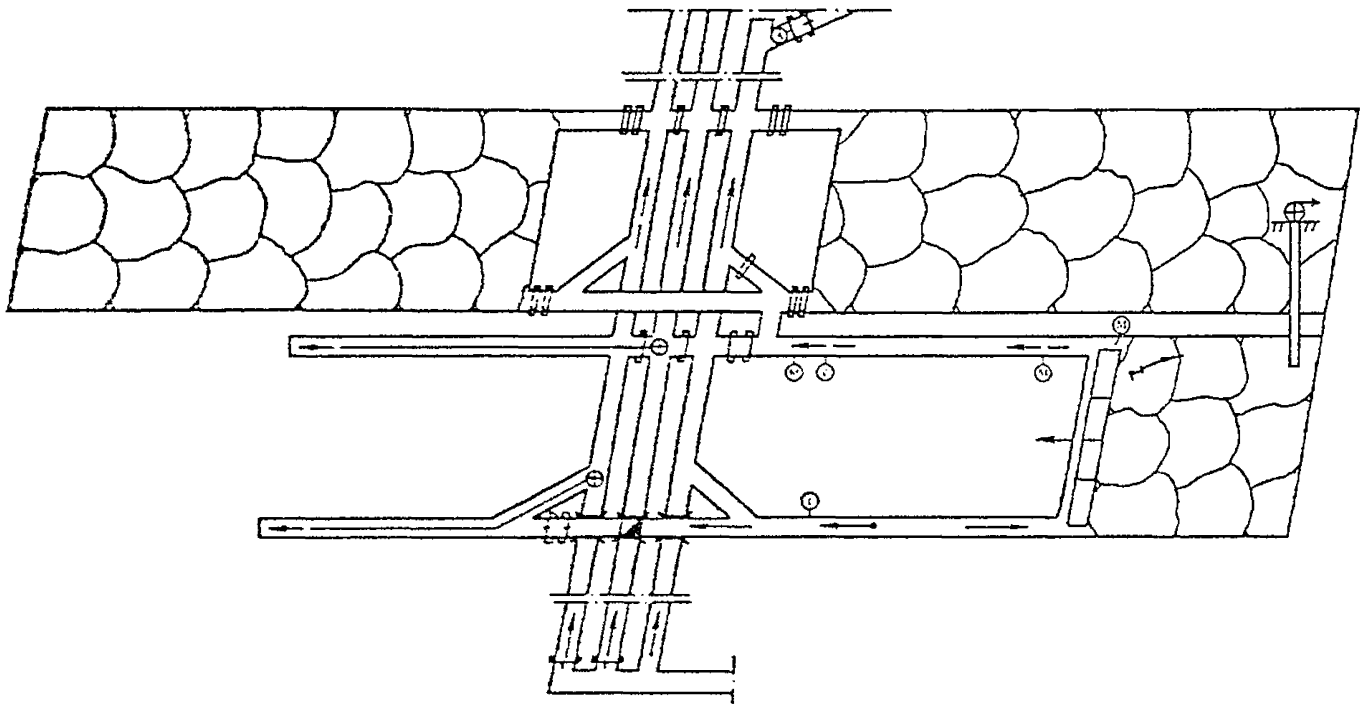


Рис. П.1.6

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по фланговой дренажной выработке поверхностным газоотсасывающим вентилятором

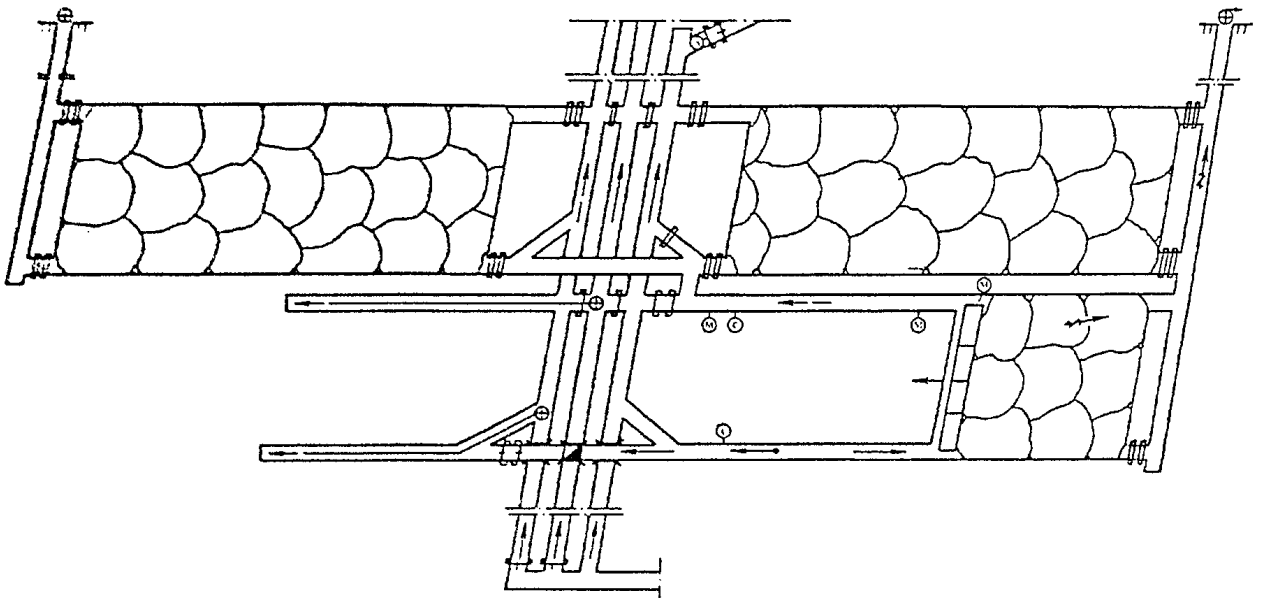


Рис. П.1.7

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по фланговой дренажной выработке и вентиляционной скважине поверхностным газоотсасывающим вентилятором

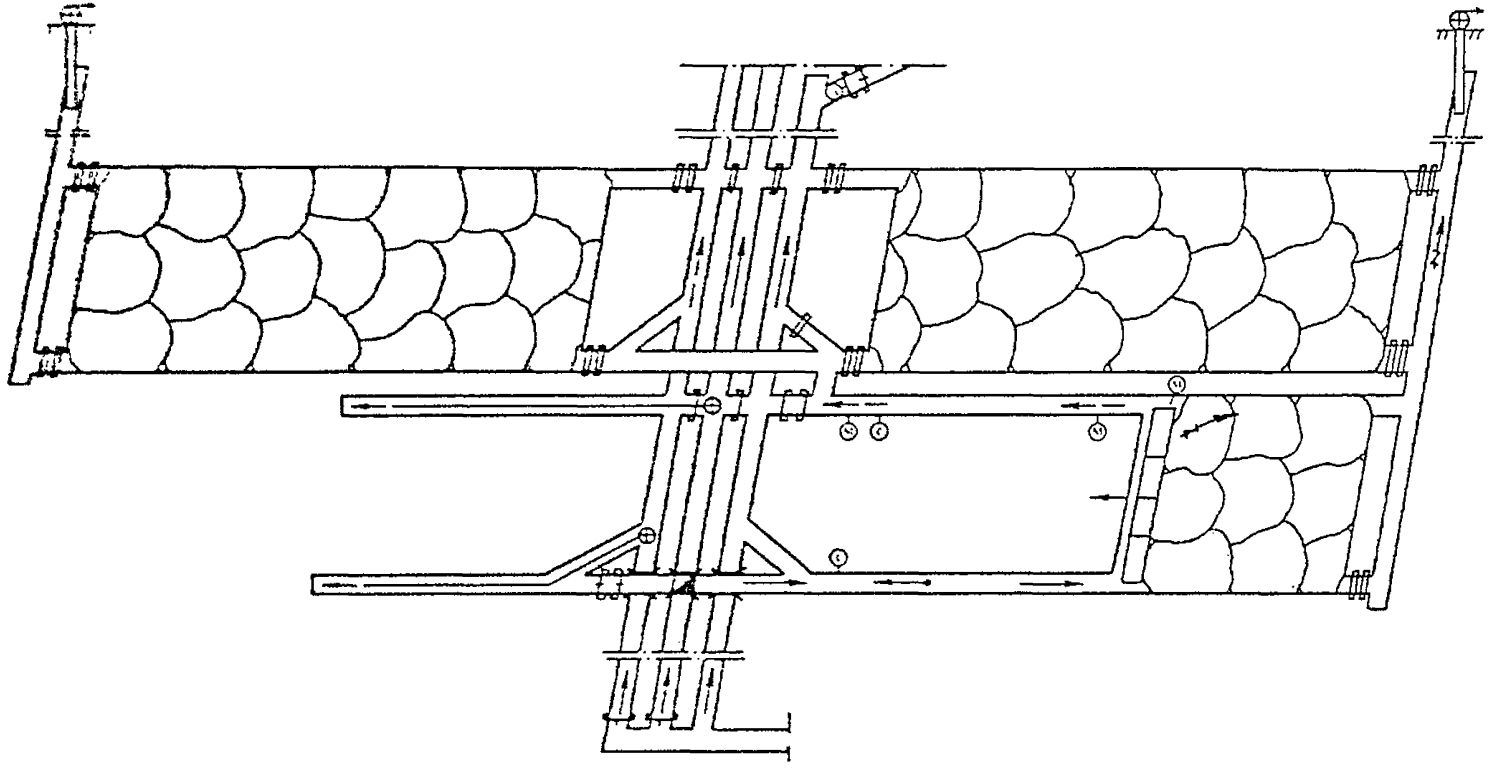


Рис. П.1.8

Схема провстривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства действующей и смежных лав по вентиляционной скважине поверхностным газоотсасывающим вентилятором

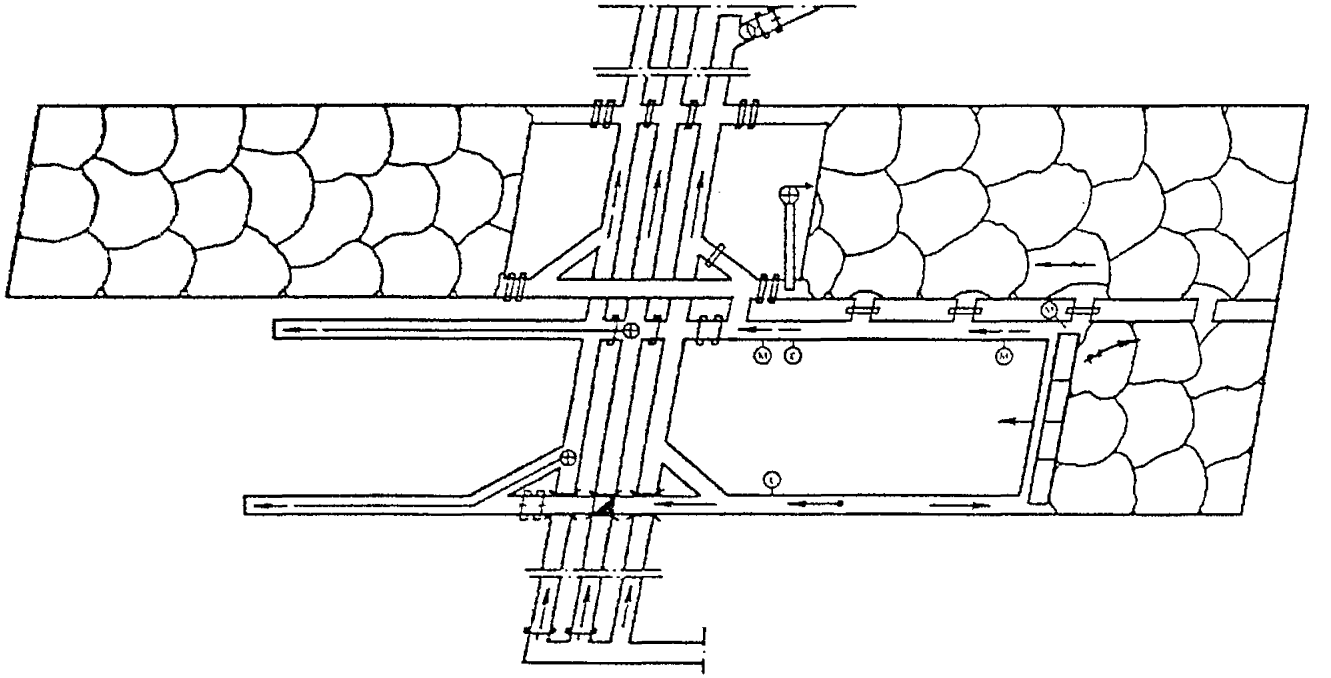


Рис. П.1.9

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по дренажным выработкам и вентиляционной скважине поверхностным газоотсасывающим вентилятором

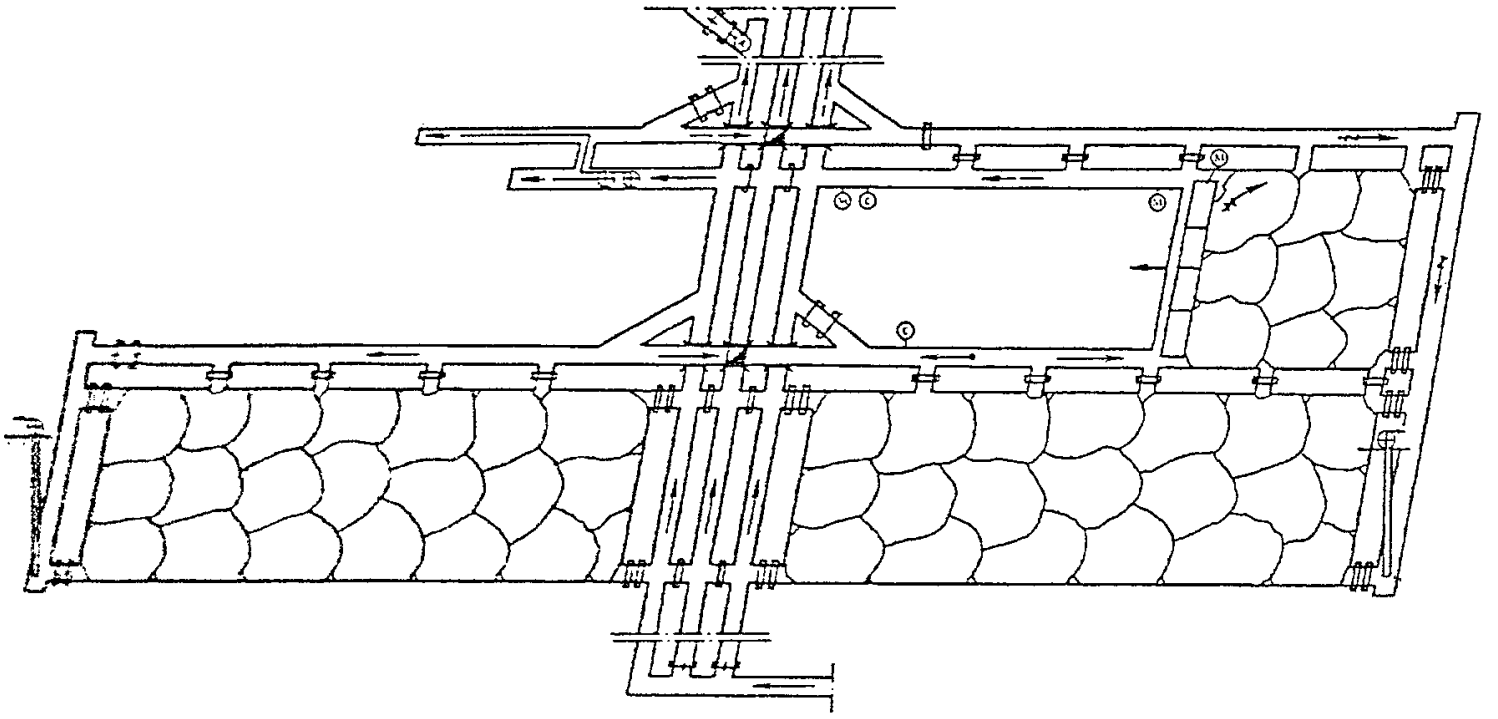


Рис. П.1.10

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по дренажным выработкам поверхностным газоотсасывающим вентилятором

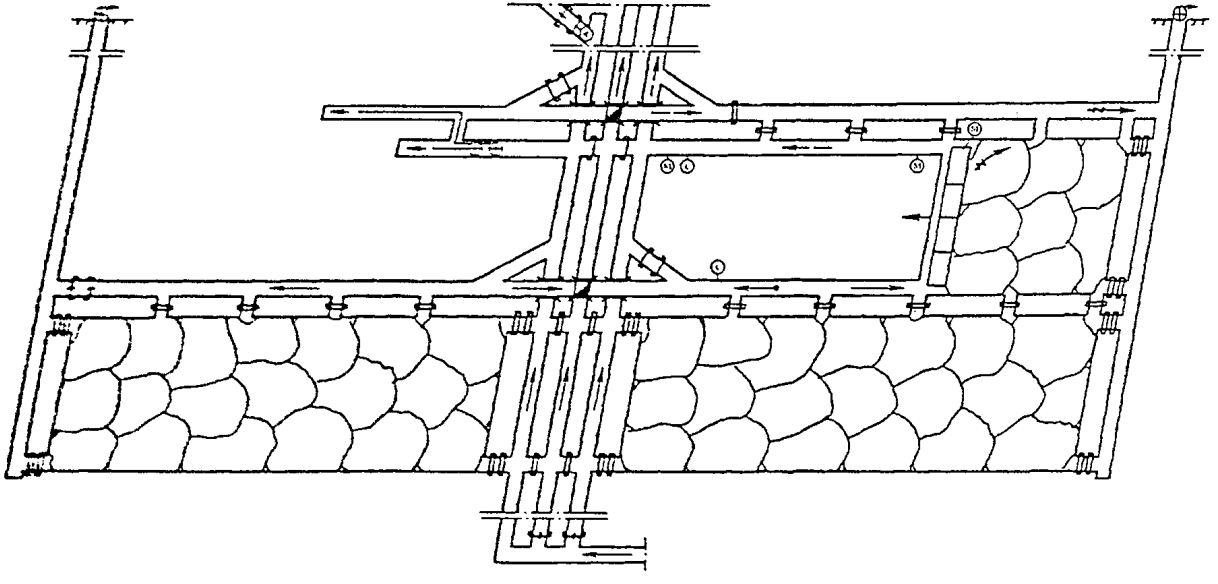


Рис. П.1.11

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по дренажной выработке подземным газоотсасывающим вентилятором

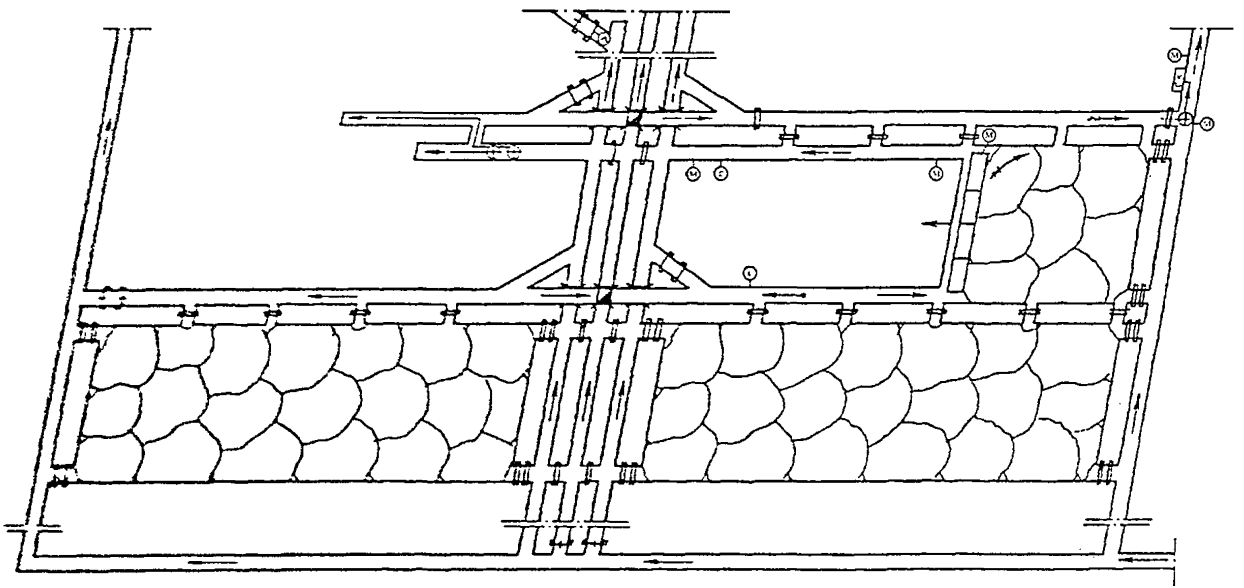


Рис. П.1.12

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по дренажной выработке поверхностным газоотсасывающим вентилятором

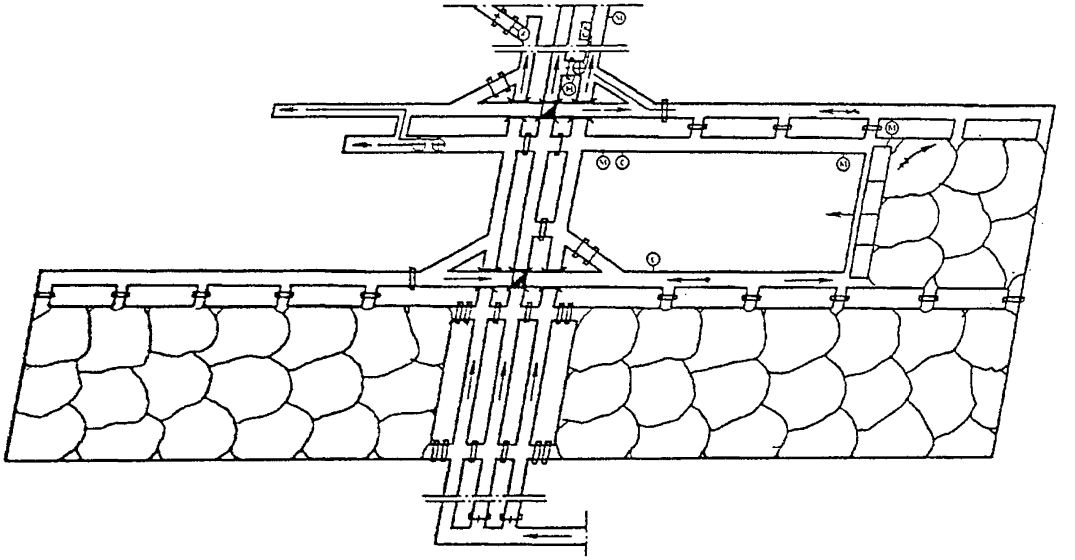


Рис. П.1.13

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства действующей и смежных лав подземным газоотсасывающим вентилятором

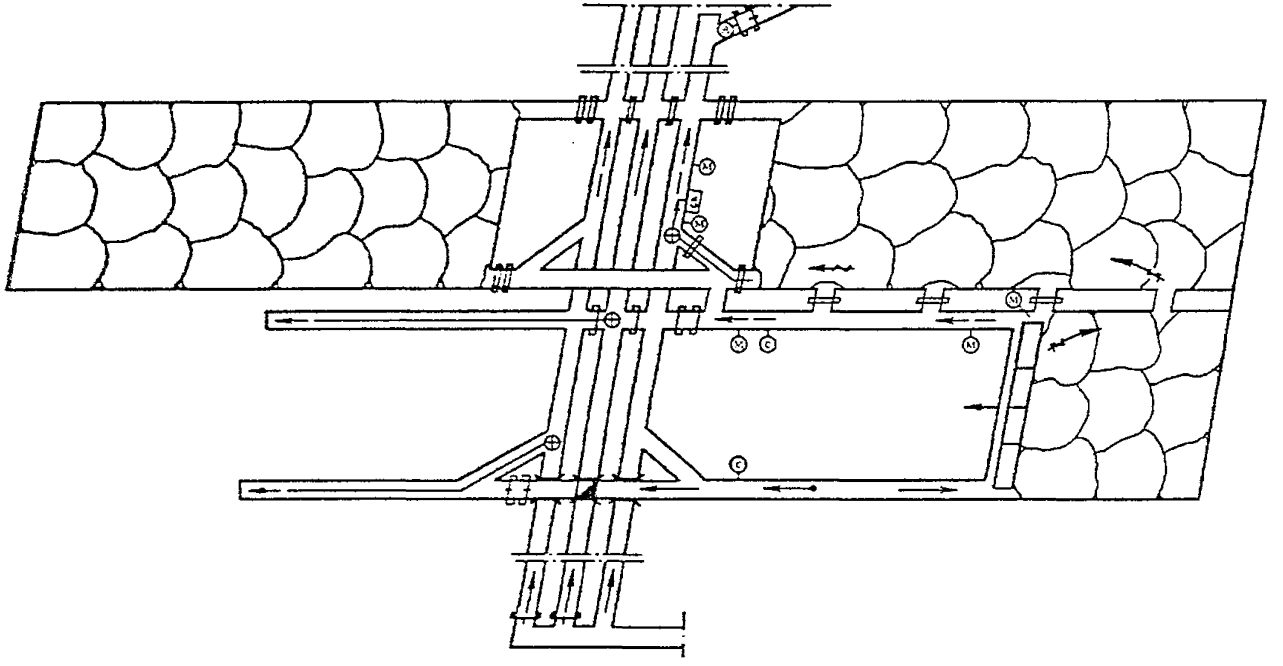


Рис. П.1.14

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства подземным газоотсасывающим вентилятором

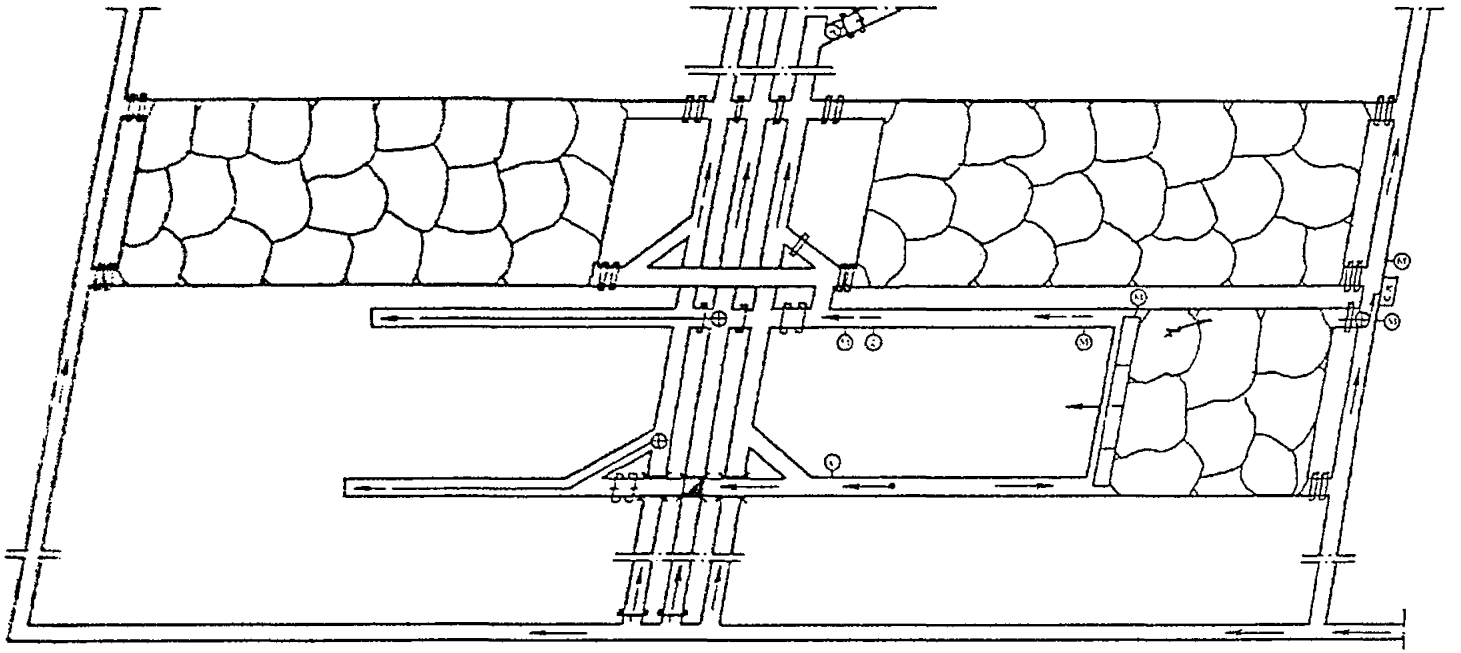


Рис. П.1.15

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по сохраняемой и фланговой дренажной выработкам поверхностным газоотсасывающим вентилятором

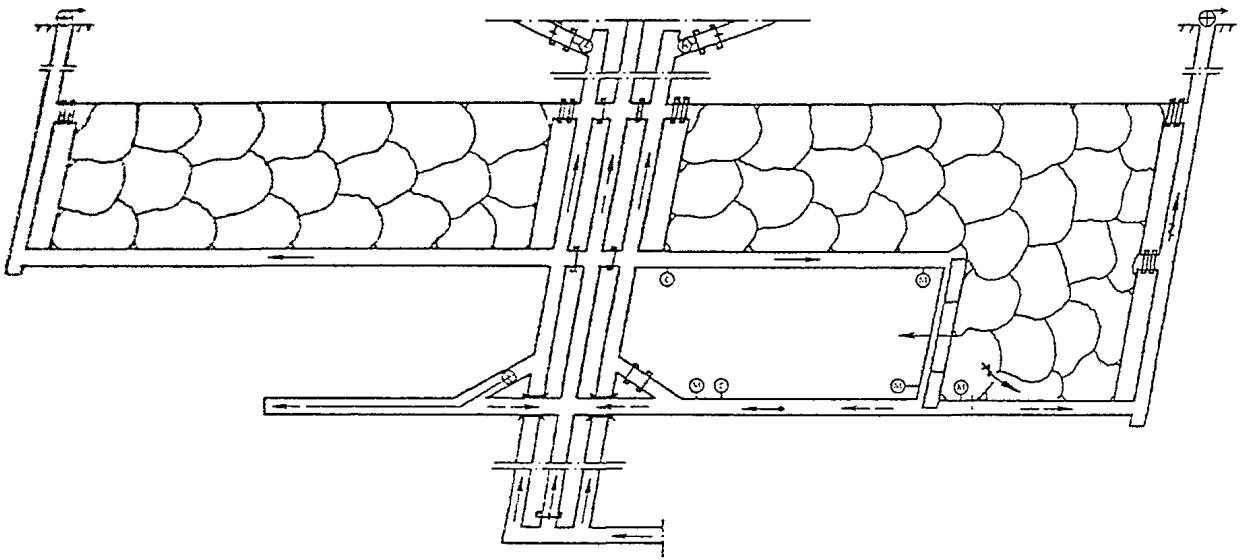


Рис. П.1.16

Схема проветривания выемочного столба с отводом метановоздушной смеси из выработанного пространства по сохраняемой и фланговой дренажной выработкам поверхностным газоотсасывающим вентилятором

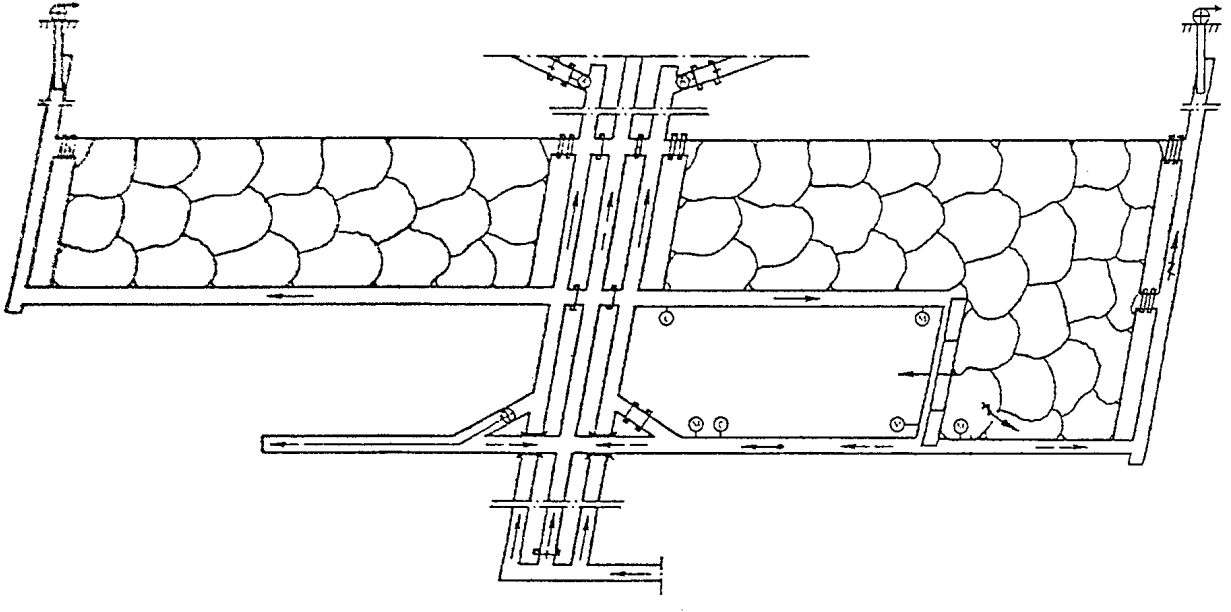


Рис. П.1.17

Схема проветривания выемочного участка с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство и вспомогательный дренажный штрек, с помощью подземного или поверхностного газоотсасывающего вентиляторов

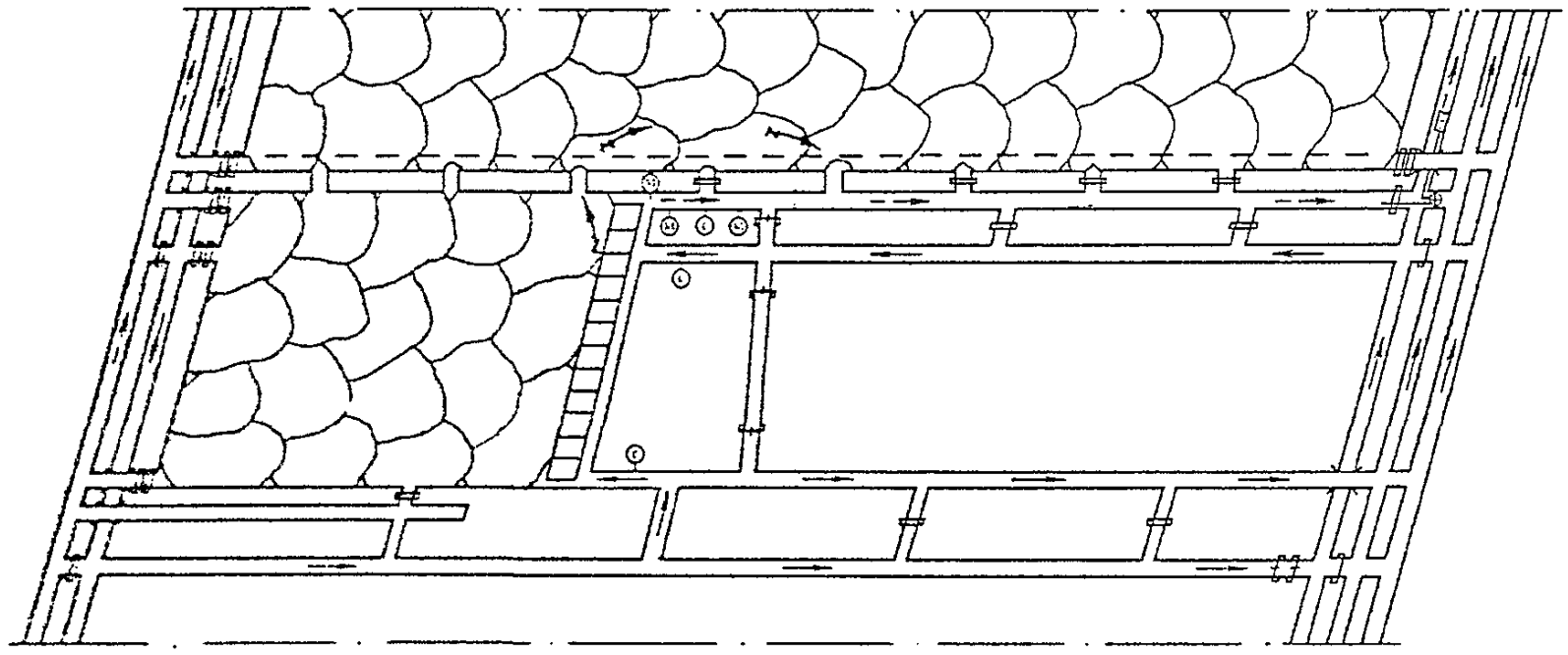


Рис. П.1.18

Схема проветривания выемочного участка с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство и вспомогательный дренажный штрек, с помощью подземного или поверхностного газоотсасывающего вентиляторов

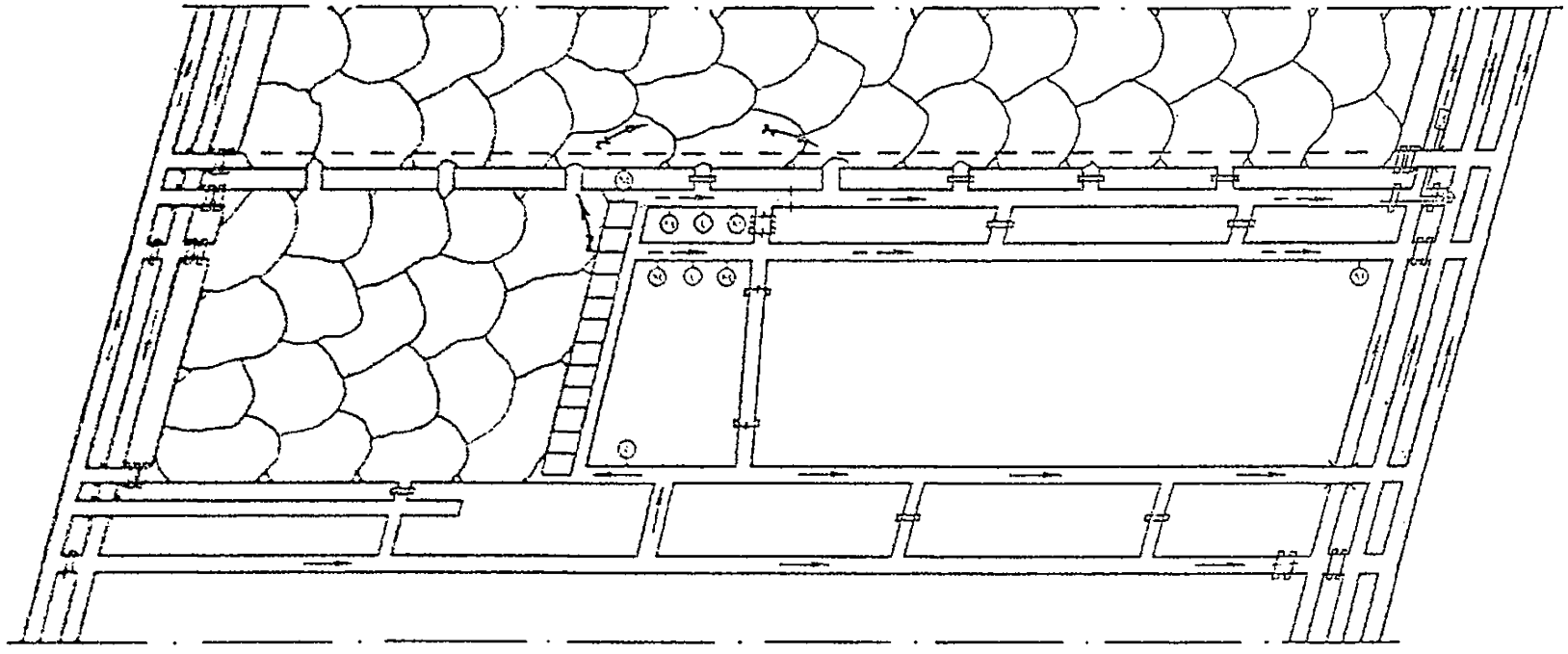


Рис. II.1.19

Схема проветривания выемочного участка с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство и вспомогательный дренажный штрек, с помощью подземного или поверхностного газоотсасывающего вентиляторов

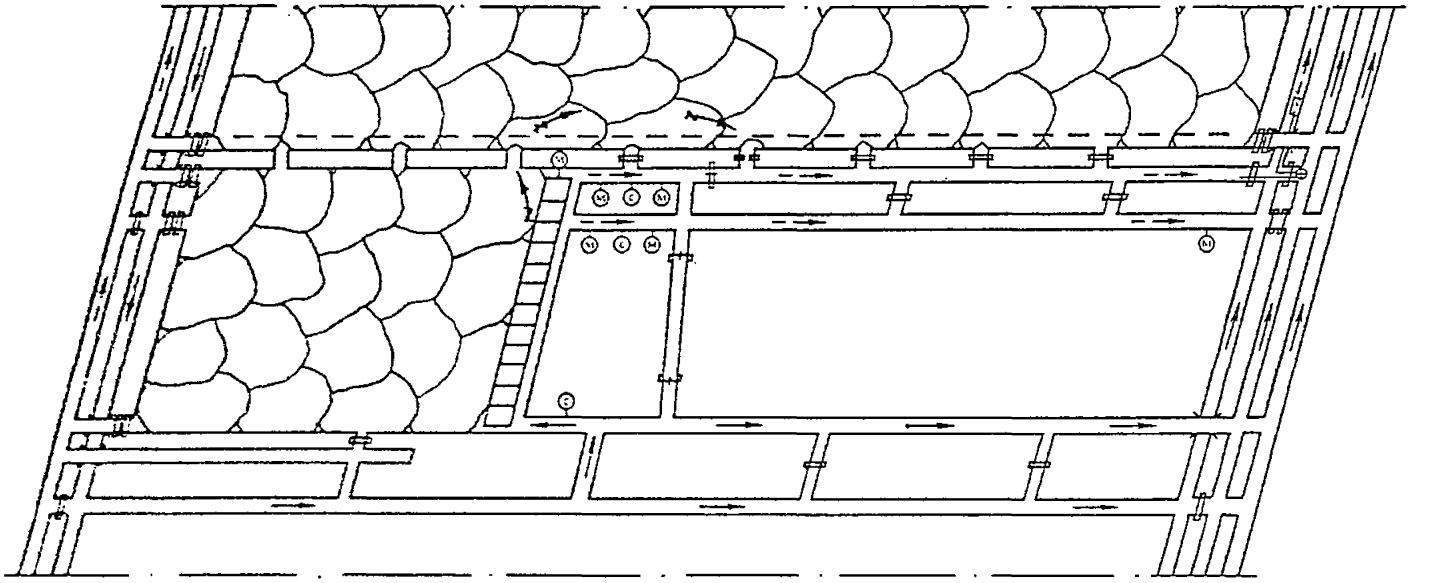


Рис. П.1.20

Схема проветривания выемочного участка с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство или дренажный штрек,с помощью подземного или поверхностного газоотсасывающего вентиляторов

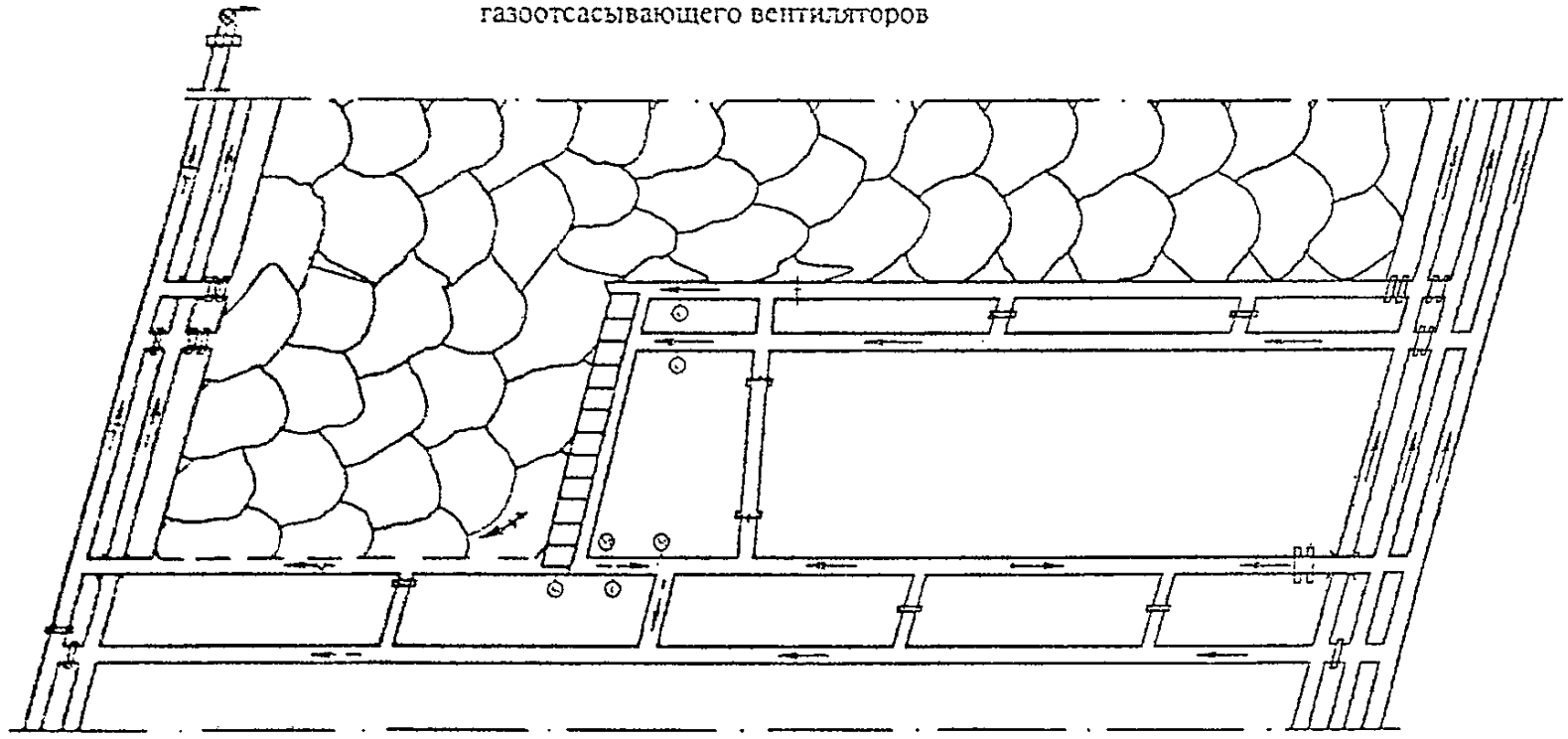


Рис. П.1.21

Схема проветривания выемочного участка с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство или дренажный штрек, с помощью подземного или поверхностного газоотсасывающего вентиляторов

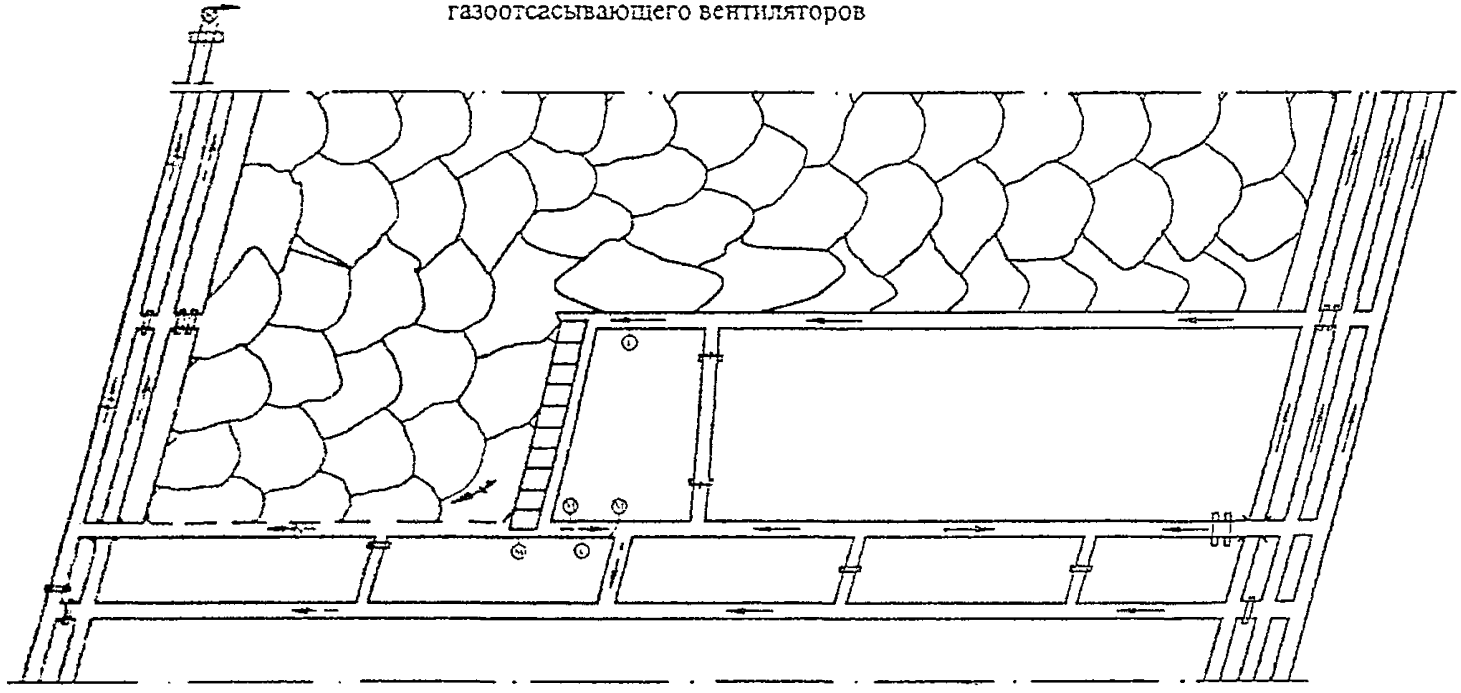


Рис. П.1.22

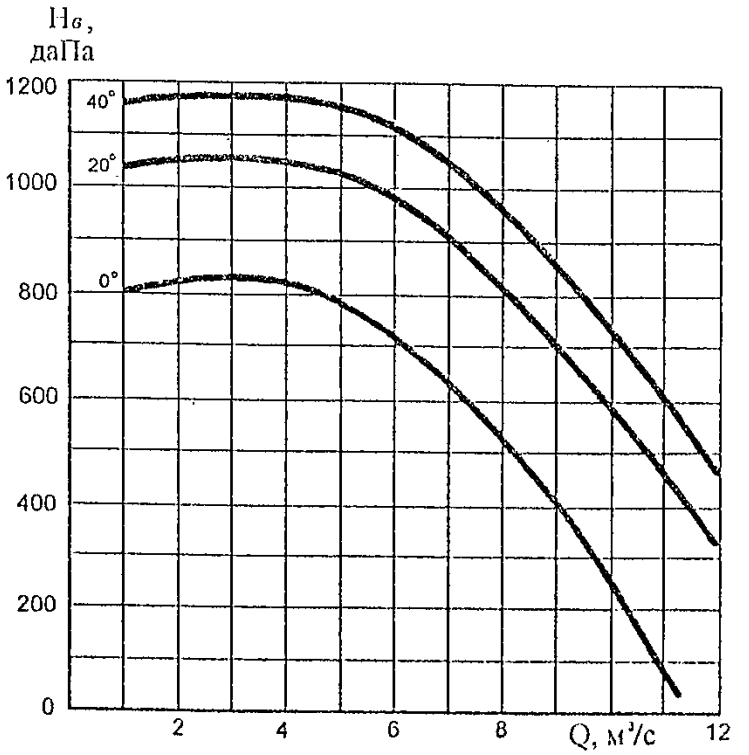


Рисунок П.2.1 Аэродинамическая характеристика вентилятора ВМЦГ-7

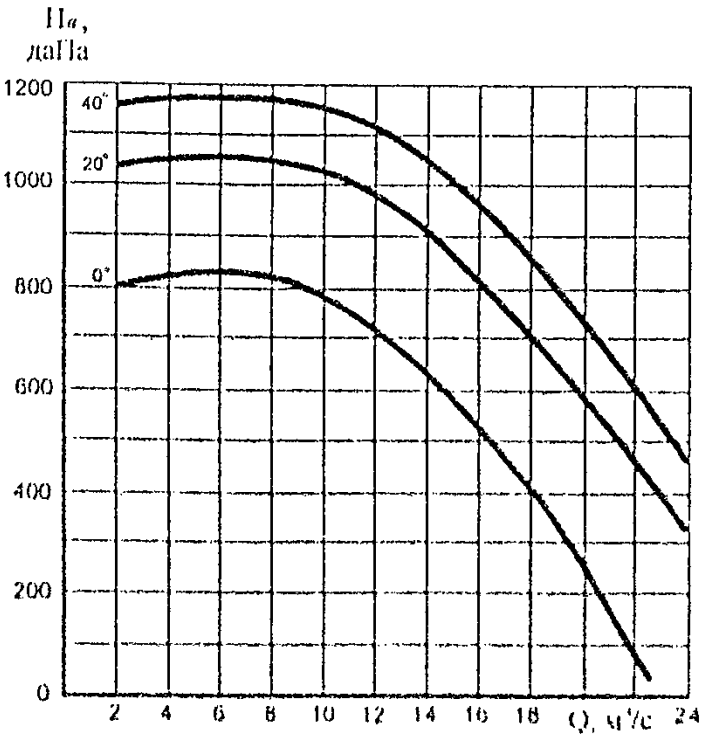


Рисунок П.2.2 Аэродинамическая характеристика двух параллельно работающих вентиляторов ВМЦГ-7

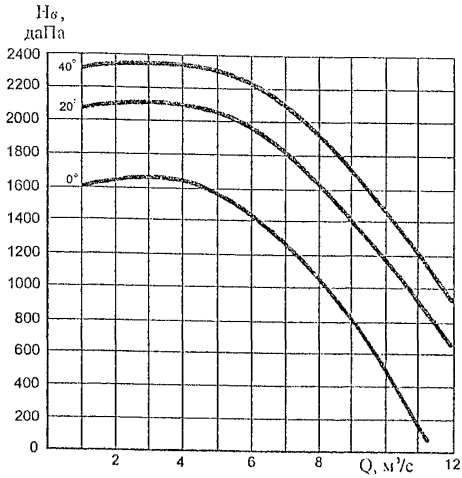


Рисунок П.2.3 Аэродинамическая характеристика двух последовательно работающих вентиляторов ВМЦГ-7

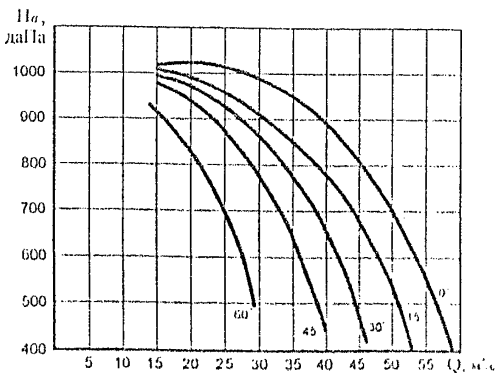


Рисунок П.2.4 Аэродинамическая характеристика вентилятора УВЦГ-15

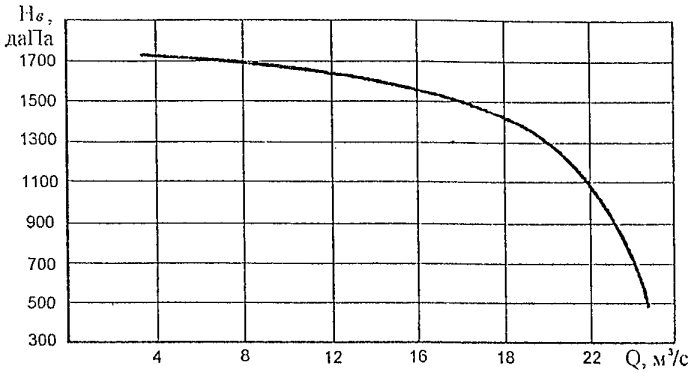


Рисунок П.2.5 Аэродинамическая характеристика вентилятора УВЦГ-9

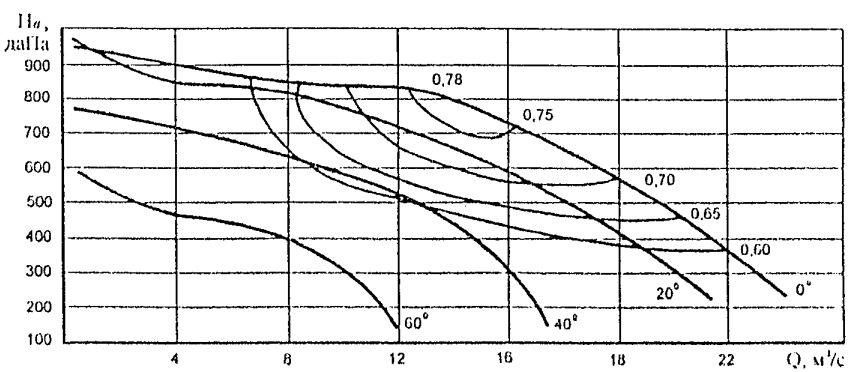


Рисунок П.2.6 Аэродинамическая характеристика вентилятора УВЦГ-7

Заземление газоотсасывающей установки

Заземлению подлежат металлические части электрооборудования газоотсасывающей установки, нормально не находящиеся под напряжением, но которые могут в случае повреждения изоляции оказаться под ним.

Для предотвращения искрообразования металлические конструкции газоотсасывающей установки и газоотсасывающий трубопровод должны быть присоединены к общему заземляющему устройству на поверхности гибкими проводниками из стали сечением не менее 50 мм^2 или из меди сечением не менее 25 мм^2. Стыки труб должны иметь надежное сварное соединение. Рекомендуется также соединять отрезки труб гибкими стальным многожильным проводом сечением не менее 50 мм^2 для устойчивого электрического контакта.

Общая сеть заземления должна создаваться путем непрерывного соединения между собой всех металлических оболочек и заземляющих жил кабелей, независимо от величины напряжения. Заземление электроустановок до 1200 В и выше выполняется общим.

Местные заземлители следует устраивать у подстанций, питающих электродвигатели рабочего и резервного вентиляторов, а также у каждого пускателя или пускового аппарата.

В качестве местных заземлителей должны применяться стальные трубы, диаметром не менее 30 мм и длиной не менее 1,5 м. Стенки труб должны иметь на разной высоте не менее 20 отверстий диаметром не менее 5 мм. Труба должна помещаться в шпур глубиной не менее 1,4 м. Пространство между наружной стенкой трубы и стенкой шпура, а также сама труба заполняются гигроскопичным материалом (песком, золой и т.п.).

Заземление наружных корпусов электрооборудования должно осуществляться с помощью наружного заземляющего зажима, к которому присоединя-

ется заземляющий проводник. На рис. приведена схема заземления передвижной подстанции.

Сопротивление общего заземляющего устройства на поверхности измеренное у любого электрооборудования или кабеля должно быть не более 2 Ом. Измерение следует производить без отсоединения заземляющего проводника от металлических конструкций газоотсасывающей установки и газоотсасывающего трубопровода.

осмотр заземляющего устройства. При осмотре заземления особое внимание следует обращать на непрерывность заземляющей цепи и состояние контактов.

Не реже одного раза в 3 мес. необходимо измерять общее сопротивление заземляющего устройства у каждого заземлителя. Перед измерением должна проверяться механическая прочность контактов. При ослаблении и окислении контактов необходимо зачистить все контактные поверхности, подтянуть болтовые соединения и проверить механическую прочность контактов.

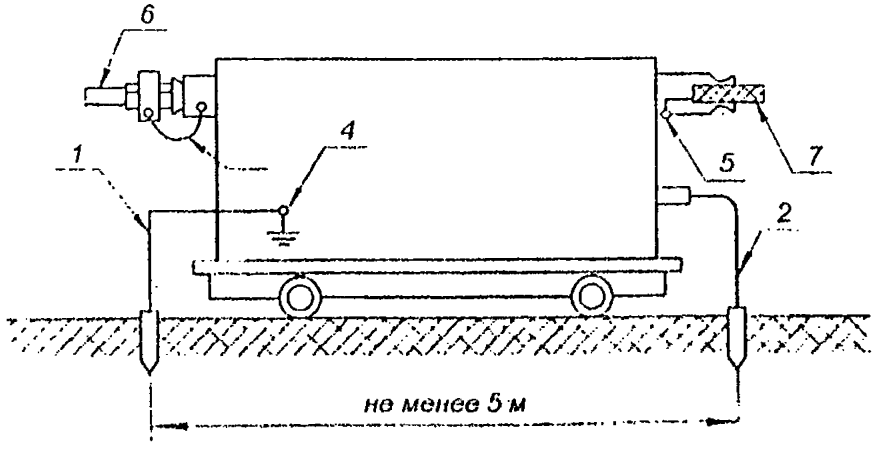


Рис. Схема заземления передвижной трансформаторной подстанции
1 - заземляющие проводники; 2 - изолированный проводник дополнительного заземления; 3 - перемычка; 4 - наружный заземляющий зажим; 5 - внутренний заземляющий зажим; 6 - бронированный кабель; 7 - гибкий кабель

В начале каждой смены обслуживающий персонал должен производить наружный

Молниезащита газоотсасывающей установки

По опасности последствий грозовых атмосферных явлений поражения молнией газоотсасывающая установка, в соответствии с Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений (РД 34.21.122-87) относится к I категории, так как при нормальном технологическом режиме в установке могут возникать взрывоопасные концентрации газа (метана).

Основными мероприятиями при уменьшению последствий прямого удара молнии в газоотсасывающую являются устройство молниеотводов, заземлители которых не имеют связи с металлоконструкциями установки. Пример выполнения устройства молниезащиты газоотсасывающей установки приведен на рис. 1.

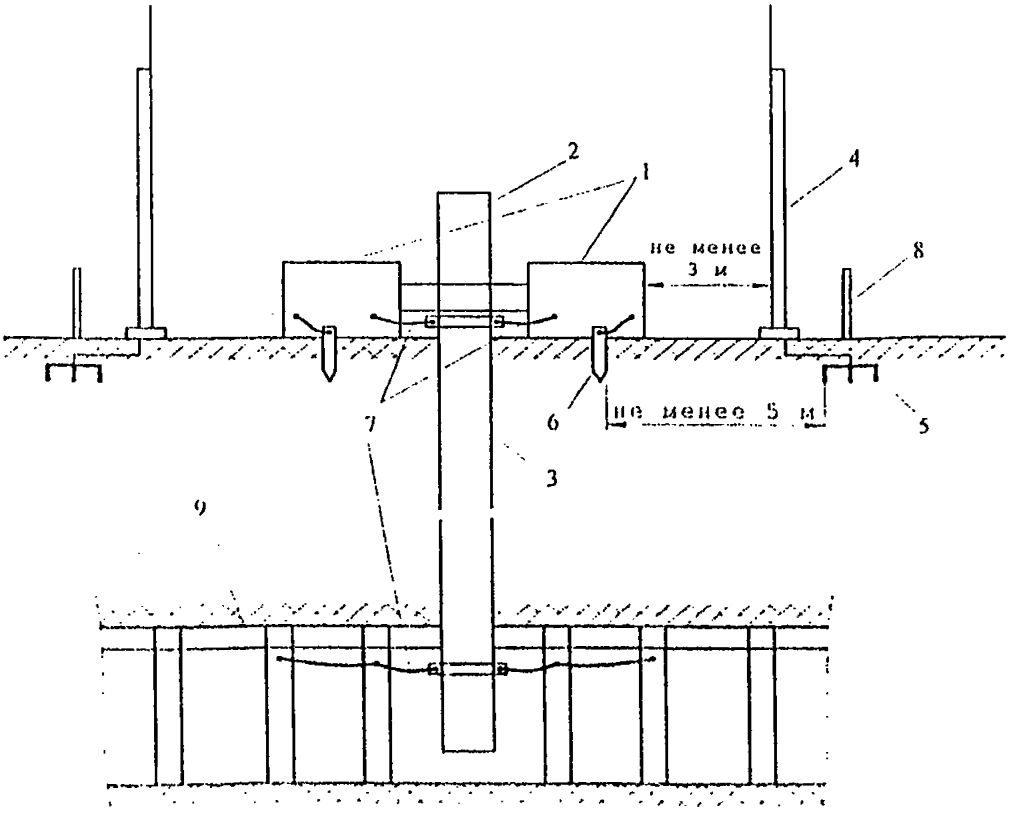
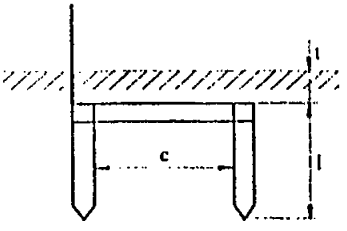
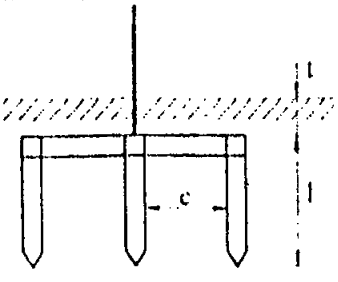


Рисунок 1 - Устройство молниезащиты газоотсасывающей установки, расположенной на поверхности: 1 - вентиляторы; 2 - вытяжная труба; 3 - газоотсасывающая труба;4 - молниеотвод; 5 - заземлитель молниеотвода; 6 - местный заземлитель;7 - заземляющие проводники; 8 - ограждение установки; 9 - металлокрепь подземной выработки

Защита от прямых ударов молнии газоотсасывающей установки должна выполняться отдельно стоящими стержневыми или тросовыми молниеотводами. Указанные молниеотводы должны обеспечивать зону защиты типа А, которая обеспечивает перехват на пути к защищаемому объекту не менее 99,5 % молний. Защитное действие молниеотвода основано на свойстве молнии с большей вероятностью поражать более высокие и хорошо заземленные объекты по сравнению с конструкциями меньшей высоты.

Отдельно стоящие молниеотводы выполняются в виде искусственных заземлителей, состоящих из двух и более электродов (табл. 1), объединенных горизонтальным электродом.

Таблица 1

Заземлитель	Эскиз	Размеры, м
Стальной двухстержневой: полоса размером 40х4 мм; стержни диаметром d = 10-20 мм		t ≥ 0.5 l = 3-5 c = 3-5
Стальной трехстержневой: полоса размером 40х4 мм; стержни диаметром d = 10-20 мм		t ≥ 0.5 l = 3-5 c = 5-6

Наименьшее допустимое расстояние *Sa* по воздуху от защищаемого объекта до опоры (токопровода) стержневого молниеотвода (рис. 2) должно быть не менее 3 м.

Для исключения заноса высокого потенциала в подземные выработки заземлители защиты от прямых ударов молнии должны по возможности удалены от элементов газоотсасывающей установки. Наименьшее допустимое расстояние *Sb* в

земле между заземлителями защиты и металлическими заземленными конструкциями установки должно быть не менее 5 м.

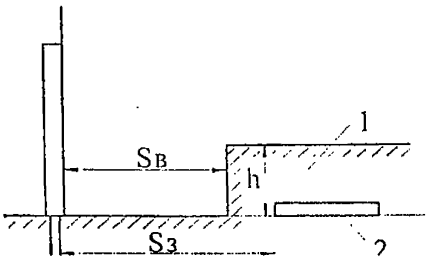


Рисунок 2 - Молниезащита стержневым молниеотводом:
1 - защищаемый объект; 2 - металлические конструкции

В зону защиты молниеотвода, помимо высоты газоотсасывающей трубы должно входить пространство над обрезом этой трубы, ограниченное полушарием радиусом 5 м.

Расчет зоны защиты молниеотводов

1. Одиночный стержневой молниеотвод.

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой h представляет собой круговой конус (рис. 3), вершина которого находится на высоте $h_0 < h$. На уровне земли зона защиты образует круг радиусом r_0. Горизонтальное сечение зоны защиты на высоте защищаемого сооружения h_x представляет собой круг радиусом r_x.

Зона защиты А имеет следующие размеры:

$$h_0 = 0.85 \cdot h\,; \quad r_0 = (1{,}1 - 0.002 \cdot h) \cdot h\,; \quad r_x = (1{,}1 - 0.002 \cdot h) \cdot (h - h_x / 0{,}85) \quad (1)$$

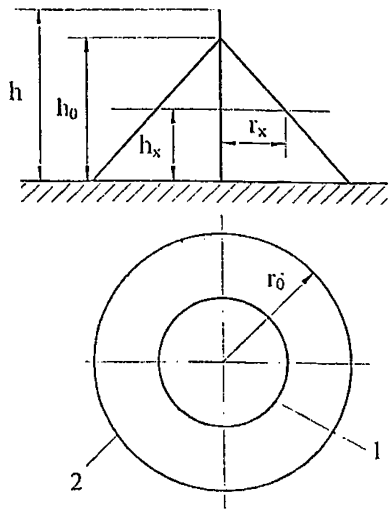


Рисунок 3 - Зоны защиты одиночного стержневого молниеотвода:

1 - границы защиты на уровне h_x; 2 - то же на уровне земли

2. Двойной стержневой молниеотвод.

Зона защиты двойного стержневого молниеотвода высотой h представлена рис. 4. Торцевые области зоны защиты А определяются как зоны одиночных стержневых молниеотводов, габаритные размеры которых h_0, r_0, r_x , определяются по формулам (1) настоящего приложения. Внутренние области зоны защиты А двойного стержневого молниеотвода имеют следующие габаритные размеры:

при $L \le h$ (2)

$h_c = h_0$; $r_{cx} = r_x$; $r_c = r_0$;

при $h \le L \le 2h$

$$h_c = h_0 - (0{,}17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (L - h);$$

$r_c = r_0$; $r_{cx} = r_0 \cdot (h_c - h_x) / h_c$;

при $2h \le L \le 4h$

$$h_c = h_0 - (0{,}17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot h) \cdot (L - h);$$

$$r_c = r_0 \cdot \left[1 - \frac{0{,}2 \cdot (L - 2 \cdot h)}{h}\right];$$

$$r_{cx} = r_c \cdot (h_c - h_x) / h_c .$$

При расстоянии между стержневыми молниеотводами $L > 4\ h$ для построения зоны А молниеотводы следует рассматривать как одиночные.

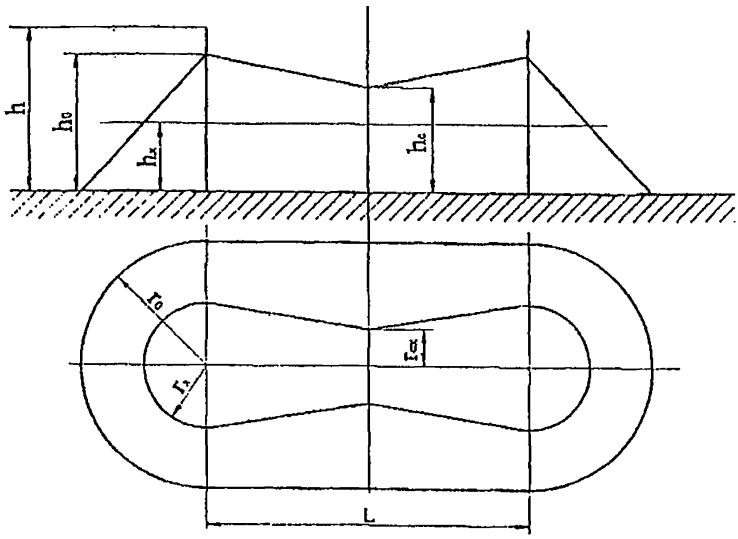


Рисунок 4 - Зоны защиты двойного стержневого молниеотвода

3. Зона защиты многократного стержневого молниеотвода определяется как зона защиты попарно взятых соседних стержневых молниеотводов. Основным условием защищенности объекта высотой h_x с надежностью, соответствующей надежности зоны А, является выполнение неравенства $r_{cx} > 0$ для всех попарно взятых молниеотводов. В противном случае построение зон защиты должно быть выполнено для одиночных или двойных стержневых молниеотводов в зависимости от выполнения условий (1) и (2).

Пример расчета параметров проветривания лав при применении комбинированных схем с изолированным газоотводом из выработанных пространств

Проектируется проветривание выемочного участка лавы Х-Х с расчетами природной газоносности пласта по фактическому газовыделению в лаве-аналоге по формуле (3.21). Условия для ее использования в отношении аналога выполняются.

1. Исходные данные

1.1. Геологическая характеристика

Кровля пласта: песчаник, песчанистые сланцы.

Средневзвешенный коэффициент крепости f_{cp} подрабатываемого горного массива на расстоянии (H_{8m}) от пласта, равном восьми его мощностям

$$H_{8m} = 8 \cdot 1{,}95 = 15{,}6 \text{ м}$$

	Мощность	Крепость
Слой 1 - алевролит	6,5	4,0
Слой 2 - песчаник	6	10
Слой 3 - алевролит	18	4,0
	0,0	0,0

$$f_{cp} = (6{,}5 \cdot 4{,}0 + 6 \cdot 10{,}0 + 18{,}0 \cdot 4{,}0 + 0{,}0 \cdot 0{,}0) / (6{,}5 + 6{,}0 + 18{,}0 + 0{,}0) = 5{,}1$$

1.2 Технологические факторы.

Наименование показателей	Обозначение	Ед. измерения	Количество
Вынимаемая мощность пласта	m_a	м	1,95
Глубина разработки	H_m	м	310

Наименование показателей	Обозначение	Ед. измерения	Количество
Плотность угля	γ	т/м^3	1.3
Технический анализ	A^c	%	18,3
	W^a	%	3,7
	V^c	%	37,7
Коэффициенты газоотдачи	a_2	доли ед.	0,093
	n_1	доли ед.	0,26
Длина очистного забоя расч.	$L_{оч.р}$	м	220
Минимальное сечение лавы	$S_{оч}$	м^2	4,46
Природная газоносность на факт. глубине	$X^{'}$	м^3/т с.б.м.	13,2
Остаточная газоносность	X_0	м^3/т с.б.м.	2,5
Число людей на участке	$n_{чел}$	чел.	40,0
Длина выемочного столба	$L_{ст}$	м	1000,0
Система разработки	длинные столбы по простиранию		
Тип мех. комплекса	3КМ-138		
Способ управления кровлей	Полное обрушение		
Коэффициент дренирования пласта по формуле (3.10) "Руководства..."	$K_{дп}$	доли ед.	0,9
Степень дегазации угля при транспортировании - формула (3.18) настоящего раздела	$K_{т.у}$	доли ед.	0,14
Технические параметры лавы согласно технологических схем:			
- число рабочих смен по добыче угля	$n_{см}$		2,0

Наименование показателей	Обозначение	Ед. измерения	Количество
- продолжительность смен	$T_{см}$	мин	480
- максимальная подача комбайна	V_n	м/мин	4,81
- ширина захвата	r	м	0,8
- коэффициенты	K_r	доли ед.	1,0
	$K_м$	доли ед.	0,5
Схема проветривания выемочного участка	1-К-Н-в-вт. Комбинированная с отводом метана через частично поддерживаемую выработку поверхностными вентиляторами ВЦГ-7М, установленным на устье фланговой выработки (рис.П.3)		
Газовыделение	$I_{вх}$	м^3/мин	0,2
Протяженность поддерживаемой вентиляционной выработки	$l_в$	м	$l_в > l_{оч.р}$
Расстояние от забоя до места выпуска газа в газоотводящую фланговую выработку	$l_г$	м	1000
Фактически возможная подача воздуха в очистной забой по воздухоподающей выработке	$Q_{вх}$	м^3/мин	1300

2.Расчет параметров проветривания лавы

2.1. По формуле (3.75) "Руководства..." определяем фактическое метановыделение из разрабатываемого пласта в лаве-аналоге, которая также проветривалась по схеме, приведенной на рисунок 1.

$$I_{п.ф} = I'_{п.ф} - I_{вх},$$

где $I'_{пл.ф}$ - газовыделение в исходящую участка на вентиляционный штрек, м^3/мин; определяется по формуле 3.84 "Руководства..."

$I'_{пл.ф} = 0{,}01\ (\Sigma Q_к / n_В)\ (3\ (\Sigma C_л + (\Sigma C_Т)\ /(3\ \ n_л + / n_Т)$

Тогда , принимая значения $\Sigma Q_к$, $\Sigma C_Т$, $\Sigma C_Т$ за квартальный период работы лавы по данным участка ВТБ, получим

$I'_{пл.ф} = 4{,}81$

$I'_{пл.ф} = 4{,}81 - 0{,}2 = 4{,}61$ м^3/мин

Суточная добыча за этот период лавы составила 4411 т.

По формуле (3.21) определяем природную газоносность пласта. Так параметры $K_{пл}$, $K_{Т.У}$, r и $K_м$ для лавы-аналога полностью соответствуют значениям для проектируемой лавы, принимая их по данным таблицы 1.2 и определив по формуле (3.20) $A_{пл.ф}$ при фактической длине $l_{оч.ф} = 220$ м, получим

$$A_{пл.ф} = 1{,}95 \cdot 220 \cdot 1{,}3 = 549 \text{ т};$$

$$X_Г = \frac{\dfrac{1440 * 4{,}61}{4411 * 0{,}78 * 0{,}9 * 0{,}14} - 2{,}5}{\left[1 + \dfrac{1 - 0{,}14}{0{,}14} * e^{-0{,}26*(\frac{1}{0{,}8} + \frac{4411}{549})}\right]} + 2{,}5 = 10{,}7 \text{м}^3/\text{тс.б.м.}$$

Ошибка составляет (13,2-10,7)/ 13,2 = 18,9 %. Поэтому прогнозное значение газоносности 13,2 м^3/т с.б.м. можно достоверным и принимать его для дальнейших расчетов (с корректировкой или без нее). Принимаем $X_г$ = 13,2 м^3/т с.б.м.

2.2. По формулам раздела 3 руководства определяем параметры для проектной лавы в соответствии с исходными данными по п. 1.1 и 1.2.

2.2.1. Коэффициент утечек воздуха - формула (3.4)

$$K_{утв} = 1 + 0{,}98 * \exp\left[0{,}15 * \frac{5{,}1}{0{,}76} * 1{,}0 - 0{,}25 * 4{,}46 * (1 + 1)\right] = 1{,}29;$$

$$K_{сх} = 0{,}125 \quad 1{,}95[1 + 2{,}2 \quad 1\ (1 + e^{-1}) = 0{,}98;$$

$$a = 0{,}30 + 0{,}09 \quad 5{,}1 = 0{,}76;$$

$$K_1 = 1 + \frac{6(1 - 1{,}0)}{\exp[(1 + 1{,}16 \cdot 1) + 1{,}5 \exp - (1 + 1{,}16 \cdot 1)]} = 1{,}0;$$

$K_Г$ = 1,0 (для схемы с отводом метана на поверхность по поддерживаемым выработкам на полную длину)

$l_Г / H = 1$, так как H при данной схеме проветривания заведомо много меньше $l_Г$ = 1000 м. Конкретно значение H определять поэтому не имеет смысла.

Так как $К_{ут.в}$ =1,29>1,2, то принимаем $К_{ут.в}$ =1,29.

$К_{п.ш}$ определяем по табл. 7.1. Крепь анкерная, извлекается полностью, вентиляционный штрек не поддерживается, $К_{п.ш}$=0,1.

2.2.2. Газовыделение из разрабатываемого пласта при максимальной скорости комбайна - по формуле (3.17)

$I_{пл.ф}$ = 12,5*0,78*13,2*0,9*0,5*(2*480/1440)*0,14*(1+(0,56/0,14)*(1-0,14) $e^{-0,26\times 6000/549}$] = =6,58 м^3/мин;

где x - природная газоносность пласта, принято x = 13,2 м^3/т с.б.м.;

$K_{пл}$, $K_Г$ и n_1 - коэффициенты соответствующие исходным данным по п. 1.2; $K_{пл}$= 0,9 ; $K_Г$ = 0,14 ; n_1 = 0,26;

$j_{пр}$, $K_н$, K, $A_р$ и $A_{пл.р}$ - параметры, определяемые в соответствии с формулами (3.11)- (3.15), (3.19) и (3.20) на основании исходных данных по п. 1.7.

$$j_{пр} = 1,95 * 1,67 * 0,8 * 1 * 4,81 = 12,5 \text{ т/мин};$$

$$\varphi = 1,3 / 0,78 = 1,67 \text{ т/м}^3;$$

$$K_н = 1 - (0,01 (18,3+3,7) = 0,78;$$

$$A_р = 480*2*12,5*0,5 = 6000 \text{ т/сут};$$

$$K = (1-(2,5/13,2)* e^{-0,26/0,8} = 0,59;$$

$$A_{пл.р} = 1,95 \quad 220 \quad 1,3 = 549.$$

2.2.3. Коэффициент $K_н$ - формула (3.3)

$$К_н = \frac{6,58 * \ln 1,29 + 0,2}{\frac{1,29-1}{6,58+0,2}} = 0,88;$$

2.2.4. Количество воздуха, необходимое для проветривания участка, - формулы (3.1) и (3.2)

$$Q_{уч} = 859 * (1,29+0,1) = 1192 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$Q_{исх} = \frac{194 \cdot 6{,}58^{0{,}86} \cdot 0{,}88}{1-0} = 859 \text{ м}^3/\text{мин};$$

Условие (1.2) по п.1.5 выполняется, так как $Q_{вх.max.}$ = 1300 м^3/мин больше расчетного $Q_{вх}$ = 1192 м^3/мин.

Запас воздуха по фактической подаче составляет 1300-1192=108 м^3/мин. Поэтому определять нагрузку A_{max} не имеет смысла. Лава может работать только при принятой организации труда.

2.2.5. Количество газовоздушной смеси, отводимое через выработанное пространство - формула (3.13)

$$Q_{В.П.} = 1192 - 859 = 333 \text{ м}^3/\text{мин}$$

2.2.6 Ожидаемое газовыделение в выработанное пространство рассчитаем по формуле (3.17.3)

$$I_{вп} = 35{,}43 * \frac{220}{220} * \frac{(1 - e^{-0.0013 * 6000}) * (1 + 0.000038 * 6000)}{(1 - e^{0.0013 * 4411}) * (1 + 0.000038 * 4411)} = 37.36 \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$\lambda = 2.8 * \frac{0.26}{549} = 0.0013$$

$$\eta = 2 * \frac{0.26}{549} * (0.14 - 0.1) = 0.000038$$

2.2.7 Ожидаемая концентрация метана в газодренажных выработках формула (6.2)

$$C = \frac{194 * 35{,}43^{0{,}86}}{333} = 13{,}1\%$$

2.2.8 Для снижения концентрация метана в газодренажных выработках необходимо подать дополнительное количество воздуха - формула (6.3)

$$Q_{доп} = 333 * (\frac{13.1}{3} - 1) = 1122 \text{ м}^3/\text{мин}$$

2.2.9 Необходимая производительность вентиляторов - формула (6.5)

$$Q_в = 1122 + 333 = 1455 \text{ м}^3/\text{мин}$$

3. Параметры газоотводящей сети

Наименование показателей	Обозначение	Ед. измерения	Количество
Удельное линейное сопротивления выработанного пространства	$r_л$	даН·с/м^4	23
Удельное квадратичное сопротивления выработанного пространства	$r_{кв}$	даН·с^2/м^5	4800
Коэффициент разрыхления пород кровли	$K_{р.п}$		1,8
Параметр, характеризующий крутизну изменения границ площадей фильтрации с линейным и квадратичным законами сопротивления	α	1/м	0,008
Расстояние от забоя до зоны подбучивания пород кровли	x_0	м	200
Удельное аэродинамическое сопротивление газоотводящей выработки	$R_{уд.г.в}$	даПа с^2/м^7	Суммарное сопротивление газоотводящих выработок принято по фактическим замерам $\sum R_{уд.г.в} = 0{,}43$
Длина газоотводящей выработки	$L_{г.в}$	м	
Притечки воздуха в газоотводящую выработку (определено по лаве-аналогу)	$Q_{доп}$	м^3/мин	900
Действующий напор в очистном забое	h_1	даПа	15

3.1. Падение депрессии по выработанному пространству - формулы (4.1), (4.2) и (4.3)

$$h_{в.п} = \frac{23^2}{4800} 1{,}2 * \left[1000 - \frac{(1-1{,}2)}{0{,}008} \ln \frac{2 \cdot 1{,}2 + \exp(0{,}008 \cdot 200)}{2 \cdot 1{,}23 + \exp - 0{,}008(1000-200)} \right] = 203 \text{даПа}$$

$$\text{Re} = \frac{333 \cdot 4800}{60 \cdot 965 \cdot 23} = 1{,}2 \ ;$$

$$F = \frac{1{,}95 \cdot 1{,}8}{1{,}8 - 1} 220 = 965 \ .$$

(x_0 - принято при шаге обрушения пород 50 м).

3.2. Падение депрессии по газоотводящим выработкам - формула (4.4)

$$h_{г.в} = 0{,}43 \cdot (1455/60)^2 = 252 \text{ даПа}.$$

(суммарное сопротивление газоотводящих выработок 0,43 принято по фактическим замерам).

4. Выбор газоотсасывающего вентилятора

4.1. Депрессия газоотсасывающего вентилятора - формула (5.1).

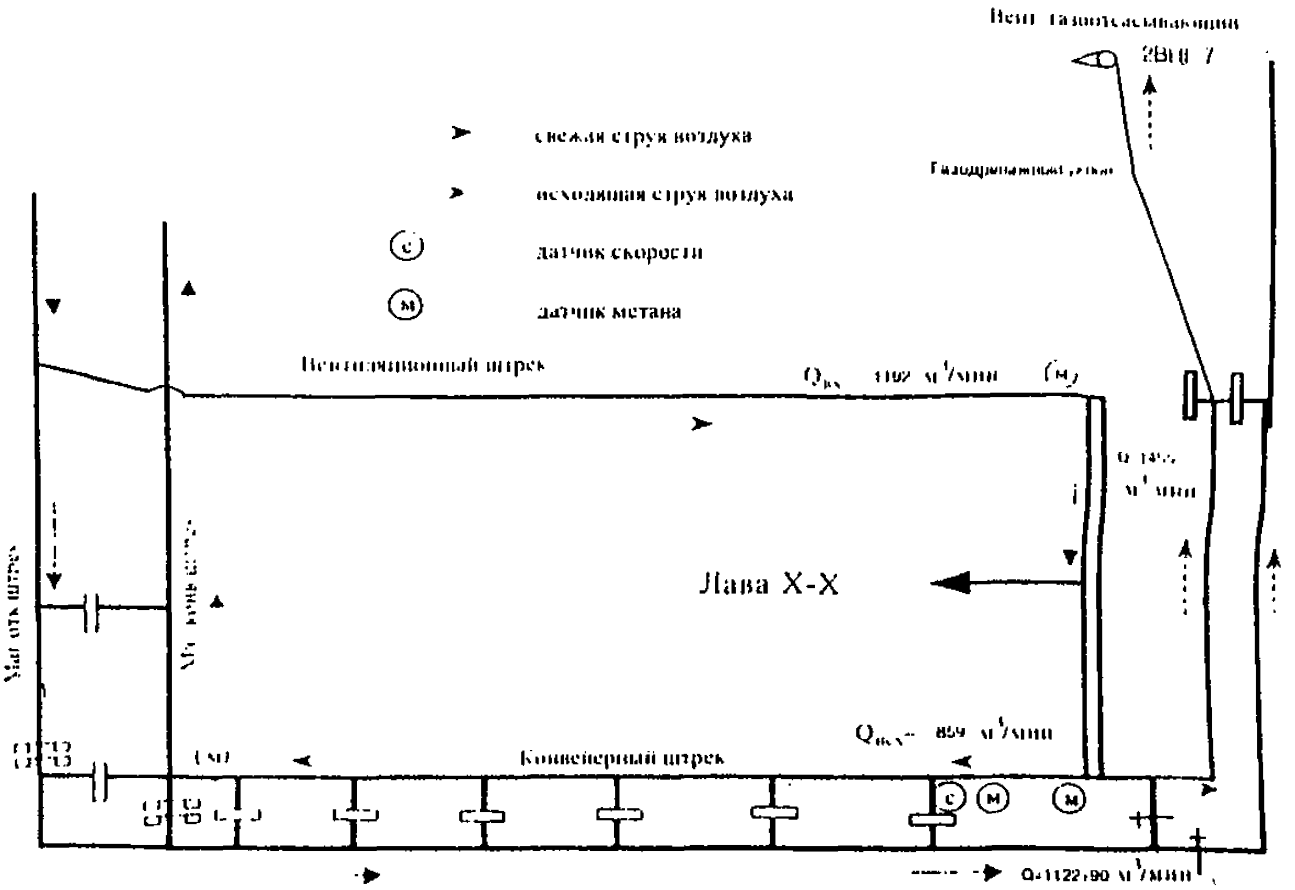
$$H_{В.Р} = 203 - (-15) + 252 = 470 \text{ даПа}$$

4.2. Выбор газоотсасывающего вентилятора.

Параметрам $Q_с = 1455$ м^3/мин и $H_{В.Р} = 470$ даПа соответствует вентиляторная установка УВЦГ-7, состоящая из 2 вентиляторов, с углом установки лопаток рабочего колеса 40°.

Характеристика работы вентиляторной установки, соответствующей углу установки лопаток 40°, обеспечивает при расчетной депрессии $H_{В.Р} = 470$ даПа производительность 790*2=1580 м^3/мин. Отклонение не превышает 10%.

Схема проветривания лавы Х-Х



gost.e-ecolog.ru