

КУРС ЛЕКЦИЙ:

АЭРОЛОГИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (КАРЬЕРОВ)

Автор: доц. Гридина Е.Б.



Раздел I.

Атмосферный воздух, его состав и причины изменения в карьерном пространстве



1.1. Атмосфера и микроклимат карьеров

Карьеры, разрабатывающие полезные ископаемые, располагаются в различных районах России, но лишь в двух климатических поясах – *арктическом и умеренном*. Арктический пояс распространён в самых северных районах вдоль Северного Ледовитого океана (примерно выше 65 параллели), который формирует арктические воздушные массы. Характеризуется морозной длительной зимой с продолжительным временем температуры воздуха ниже -50°C и холодным коротким летом. Умеренный пояс распространён на бóльшей части территории России, формируется под влиянием тёплых и влажных воздушных масс, поступающих с Атлантического океана, Тихого океана и из региона Сибирского антициклона.

Организм россиянина приспособлен к средним, умеренным температурам, поэтому на его самочувствие влияют как высокие, так и низкие температуры. Для оценки влияния низкой температуры и ветра принимается показатель – **жёсткость погоды**:

$$Ж = |t| + 2v,$$

где t – отрицательная температура воздуха, берётся по модулю, $^{\circ}\text{C}$;

v – скорость ветра, м/с.

По жёсткости погоды территория РФ разделена на отдельные районы.

1.2. Состав атмосферного воздуха карьеров

Воздух в карьерах и разрезах можно рассматривать как обычный атмосферный, в котором кроме азота (78,08 %), кислорода (20,95 %), аргона (0,93 %), углекислого газа (0,03 %), водяных паров и тонкодисперсной пыли содержатся такие ядовитые газы и пары, как оксиды азота, оксид углерода, сероводород, сернистый газ и альдегиды.

Азот (N_2) - газ без цвета, запаха и вкуса плотностью 0,97. В обычных условиях он безвреден. При высоких температурах вступает в соединение с кислородом и водородом.

Кислород (O₂) - газ без цвета, запаха и вкуса плотностью 1,11 (здесь и ниже плотность рассматриваемых газов дана относительно воздуха). Растворимость кислорода в воде примерно в 5 раз выше, чем у воздуха. **Содержание кислорода в воздухе в местах производства работ** в соответствии с требованиями *Правил безопасности должно быть не менее 20 %*. При его уменьшении до 17 % у человека начинается одышка и учащается сердцебиение, до 12 % может произойти обморочное состояние, а при 9 % наступает смерть от «кислородного голодания» (аноксемия). Кроме кислорода в воздухе может находиться его аллотропический вид - озон, который является сильным окислителем и образуется при электрических разрядах и различных процессах окисления. Предельно допустимая концентрация (ПДК) озона в воздухе рабочей зоны составляет 0,1 мг/м³.

Углекислый газ (CO₂) - газ без цвета, со слабым кисловатым вкусом плотностью 1,52. Он легко растворяется в воде. При высоком содержании его во вдыхаемом воздухе возможно отравление. При 5%-ном содержании в воздухе дыхание учащается, при 6%-ном - появляется сильная одышка и слабость, при 10 %-ном и выше может наступить обморочное состояние, а при 20-25%-ном возможно смертельное отравление. **Безвредным для людей считается содержание углекислого газа в воздухе не более 0,5 %.** Источниками поступления углекислого газа в атмосферу карьеров и разрезов являются подземные воды, пожары, взрывные работы, термическое бурение и работа двигателей внутреннего сгорания.

Из оксидов азота наибольшую опасность представляет **диоксид азота (NO_2)** - газ красновато-бурого цвета с характерным запахом и плотностью 1,58. Диоксид азота хорошо растворяется в воде, образуя смесь азотной и азотистой кислот. Этот газ раздражающе действует на бронхи, легкие, слизистую оболочку глаз, носа и рта. Легкая степень отравления проявляется в виде кашля, общего недомогания, а иногда и рвоты. Тяжелая степень отравления связана с отеком легких. **Смертельная опасность возникает при объемной доле диоксида азота в воздухе около 0,02%.** Источниками поступления оксидов азота в атмосферу карьеров и разрезов являются работа двигателей внутреннего сгорания, взрывные работы и термическое бурение.

Оксид углерода (СО) - газ без цвета, запаха и вкуса плотностью 0,97. Плохо растворяется в воде. Вредное воздействие на организм человека связано с тем, что, легко соединяясь с гемоглобином крови (в 250-300 раз активнее, чем кислород), вытесняет из нее кислород, вызывая тем самым кислородное голодание организма.

Индивидуальная восприимчивость к отравлению оксидом углерода у различных людей неодинаковая и зависит от количества крови и частоты дыхания. При объемной доле оксида углерода в воздухе, равной 1 %, человек теряет сознание после нескольких вдохов. Сильное отравление (потеря способности двигаться и притупление сознания) вызывается вдыханием в течение 0,5 - 1 ч воздуха, содержащего 0,128 % СО. При объемной доле около 0,05 % через 1ч наступает слабое отравление, появляются головные боли, шум в ушах. Длительное пребывание человека в атмосфере с содержанием оксида углерода 0,01 % приводит к хроническим отравлениям.

В некоторых случаях, особенно при оценке газообразных продуктов взрыва, используется понятие «**условный оксид углерода**», это собственно СО, образующаяся при взрыве ВВ, и диоксид азота, пересчитанный на СО (принимается 1 л NO_2 равным 6,5 л СО).

Источниками выделения оксида углерода в атмосферу карьеров и разрезов являются взрывные работы, работа двигателей внутреннего сгорания, термическое бурение, пожары и т.д.

Сероводород (H_2S) - бесцветный газ со сладковатым вкусом и характерным запахом тухлых яиц плотностью 1,19. Газ действует на нервную систему, а также раздражает слизистую оболочку дыхательных путей и глаз. При содержании сероводорода в воздухе 0,01% через несколько часов наступает легкое отравление, при 0,05% через 0,5-1 ч - опасное отравление, а при **0,1% - смерть**. Сероводород в карьерах и разрезах выделяется из пород и вод.

Сернистый газ (SO_2) бесцветен, с характерным острым запахом и вкусом серы, плотностью 2,2. Он легко растворяется в воде. Действует на слизистую оболочку глаз и верхние дыхательные пути. При высоких концентрациях в воздухе действует на легкие, вызывая кашель, сдавливание в груди и хрипоту. Продолжительное вдыхание газа приводит к воспалению слизистой оболочки глаз и затруднению глотания. При острых отравлениях происходит удушье. **При содержании 0,05% даже кратковременное воздействие сернистого газа опасно для жизни человека.** Источниками выделения сернистого газа в карьерах и разрезах в основном являются пожары и взрывы в породах с высоким содержанием серы.

Из альдегидов опасность для атмосферы карьеров и разрезов представляют акролеин и формальдегид.

Акролеин (CH_2CHCOOH) в воздухе присутствует в виде паров и имеет неприятный резкий запах пригорелых жиров. Пары акролеина тяжелее воздуха в 1,9 раза. Он действует на слизистую оболочку носоглотки и глаз, вызывает головокружение, тошноту, рвоту и боли в желудке. Объемная доля акролеина 0,0005% в воздухе трудно переносится, 0,002% - непереносима, а **десятиминутное пребывание человека в атмосфере с содержанием акролеина 0,014% опасно для жизни.**

Формальдегид (CH_2O) - бесцветный газ с резким удушливым запахом плотностью 1,04. Формальдегид действует на слизистую оболочку носоглотки и центральную нервную систему, а также вызывает невроз кожи. При объемной доле 0,002% хроническое отравление формальдегидом вызывает расстройство пищеварения, сердцебиение, постоянные головные боли, бессонницу, отсутствие аппетита, заболевание слизистой оболочки носоглотки и глаз. Источниками выделения альдегидов в атмосферу карьеров и разрезов являются двигатели внутреннего сгорания и термическое бурение.

В отработавших газах двигателей внутреннего сгорания содержатся также **канцерогенные вещества**, основным из которых является **3,4-бензапирен**. При непосредственном контакте этих веществ с живой тканью возникают злокачественные опухоли. В отработавших газах карбюраторных двигателей содержится до $2 \cdot 10^{-5}$ г/м³, дизельных двигателей до $1 \cdot 10^{-5}$ г/м³ 3,4-бенз(а)пирена. Его ПДК составляет $0,00015$ мг/м³. Переносчиком канцерогенных веществ является сажа.

При разработке некоторых месторождений в атмосферу карьеров могут выделяться газообразные радиоактивные вещества. Основным из них является **радон**, который образуется при распаде радия.

1.3. Пыль, газы и пары карьеров и разрезов

1.3.1. Состав пыли

При разработке полезных ископаемых в атмосферу карьеров выделяется также пыль, представляющая собой мелкие твёрдые частицы размером менее 0,1-0,5 мм.

Образующая и витающая в атмосфере карьеров и разрезов пыль различается по минералогическому, химическому и дисперсному составам. Минералогический состав образующейся в карьере или разрезе пыли обычно близок к минералогическому составу разрабатываемых пород, особенно непосредственно около источников пылеобразования. Состав пыли может отличаться от разрабатываемых пород в зависимости от прочности отдельных минералов и крупности частиц пыли, образующихся из различных минералов, а также от скорости выпадения отдельных частиц из воздушного потока.

Результирующий минералогический состав пыли в выработанном пространстве карьера или разреза определяется интенсивностью пылевыделения отдельных источников.

Пример: на Ангренском разрезе вскрышные породы содержат в среднем 30% свободного диоксида кремния, в угле он практически отсутствует, однако в витающей пыли на угольных уступах содержание его составляет 2-4%, а в отдельных случаях достигает 18,7 %.

Химический состав пыли в карьерах и разрезах в основном определяется химическим составом разрабатываемых пород. Кроме того, на его состав оказывают влияние производственные процессы, связанные с выделением вредных газов: работа двигателей внутреннего сгорания (автотранспорт, бульдозеры, тепловозы), взрывные работы, работа станков термического бурения и др. При этом наблюдается адсорбция вредных газов и паров на поверхности пыли.

В зависимости от минералогического и химического составов пыль может быть ядовитой и неядовитой.

К **ядовитым** относятся пыли, содержащие свинец, ртуть, хром, марганец, сурьму и другие ядовитые элементы. Вдыхание этих пылей приводит к специфическим профессиональным заболеваниям.

К **неядовитым** относится кварцевая, силикатная и другие пыли. Длительное вдыхание пыли может привести к заболеваниям горнорабочих пневмокониозами (силикозом и др.).

Дисперсный состав пыли предопределяет интенсивность ее взметывания воздушными потоками, время оседания, а также выбор эффективного способа пылеподавления или пылеулавливания.

Как известно, наибольшая крупность пылинок, которые попадают в легкие человека, обычно не превышают 10 мкм. Подавляющее большинство пылинок имеет размер 5 мкм и менее. **Особенно опасными считаются частицы размером менее 2 мкм.**

Дисперсный состав пыли зависит от ряда природных и технологических факторов. Например, *при шарошечном бурении* скважин дисперсный состав пыли, выбрасываемой в атмосферу, зависит от физико-механических свойств буримой породы, типа шарошечного долота, скорости его вращения, усилия подачи, количества подаваемого в скважину сжатого воздуха, глубины скважин, способа борьбы с пылью, принятой пылеулавливающей установки и ее технического состояния.

Существуют ПДК на пыль, регламентируемые ГОСТом.

1.3.2. Свойства пыли

Пыль характеризуется следующими свойствами: *формой частиц, их плотностью, абразивностью, скоростью оседания, смачиваемостью, электрическими свойствами, адгезией, аутогезией и др.*

Форма частиц пыли оказывает влияние на скорость их оседания. Она определяется способом разрушения горных пород и зависит от способности минералов раскалываться в зависимости от формы кристаллов. Пылевые частицы имеют в основном неправильную форму.

Плотность отдельной частицы пыли можно принять равной плотности горной породы, из которой она образуется. Обычно различают *истинную плотность* частиц пыли и *плотность насыпной массы пыли*. Истинная плотность пыли соответствует плотности исходного материала. Плотность насыпной массы учитывает наличие воздушных зазоров между отдельными пылинками и изменяется в широких пределах в зависимости от крупности пыли. Она может быть в 20 раз меньше истинной плотности.

Абразивность (истирающая способность) - свойство частиц пыли истирать соприкасающиеся с ними поверхности во время движения. Она зависит от твердости, формы, размеров и плотности частиц пыли и других факторов. Это свойство необходимо учитывать при создании пылеулавливающих установок и выборе материала воздуховодов.

Скорость оседания частиц пыли определяется в зависимости от соотношения сил тяжести и сил сопротивления. Полученная при этом скорость называется **скоростью витания частицы пыли**. При одинаковых внешних условиях (вязкости среды и ускорения свободного падения) она зависит только от диаметра и плотности пылевых частиц. Для температуры воздуха 20°C скорость витания отдельных частиц может быть определена по номограмме. Скорость оседания частиц пыли размером от 2 до 0,1 мкм может быть определена другим способом. Частицы пыли диаметром менее 0,1 мкм ведут себя в воздухе подобно газовым молекулам, участвуя в броуновском движении.

В зависимости от смачивающей способности пыли водой породы разделяются на *гидрофильные* и *гидрофобные*. К *хорошо-смачиваемым (гидрофильным)* породам относятся кварц, сульфаты, силикаты, карбонаты и др. К *плохо смачиваемым (гидрофобным)* породам относятся сульфиды, графит и т.д. В связи с такими свойствами горных пород для пылеподавления при разработке гидрофобных разностей требуется применение различных пылесвязывающих добавок.

Электрические свойства пыли в естественных условиях связаны с возникновением электрического заряда при образовании мелких частиц в связи с измельчением твердого вещества. При этом частицы неметаллических веществ и кислотных окислов получают положительный заряд, а частицы металлов и основных окислов - отрицательный. Пылевые частицы могут электризоваться в результате адсорбции ионов из газовой среды и трения частиц друг о друга или о твердую поверхность.

Существенное влияние на осаждение пыли и взаимодействие частиц оказывают **знак заряда и его величина**. Частицы пыли, имеющие одинаковые заряды, взаимно отталкиваются, что препятствует их коагуляции и осаждению из воздуха. В то же время частицы с разноименными зарядами притягиваются друг к другу, что приводит к их слипанию, коагуляции и выпадению из воздуха.

Заряженность пылевых частиц оказывает отрицательное влияние при попадании в организм человека, задерживаясь в его легких.

Адгезия и **аутогезия** характеризуют одни и те же свойства пыли, поскольку обуславливаются аналогичными причинами. **Адгезия (прилипаемость)** характеризует взаимодействие частиц с твердой поверхностью, **аутогезия (слипаемость)** - взаимодействие частиц между собой. Величина силы аутогезии зависит от дисперсного и вещественного состава пыли, уплотняющей нагрузки и влажности.

1.4. Требования к атмосфере карьеров и разрезов по пылевому и газовому

факторам

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-76 (заменен на ГОСТ 12.1.005-88) запыленность воздуха на рабочих местах в карьерах и разрезах не должна превышать следующих предельно допустимых концентраций (ПДК).

Кремнеземсодержащая пыль:

- диоксид кремния кристаллический (кварц, кристобалит, тридимит) при содержании его в пыли свыше 70 % (кварцит, диас и др.) - 1 мг/м³;
- диоксид кремния кристаллический при содержании его в пыли от 10 до 70 % (гранит, шамот, слюда-сырец и др.) – 2 мг/м³;
- диоксид кремния кристаллический при содержании его в пыли от 2 до 10 % (горючие кукоерситные сланцы, медно-сульфидные руды, глина и др.) - 4 мг/м³.

Угольная и углеродная пыль:

- антрацит с содержанием свободного диоксида кремния до 5 % - 6 мг/м³;

- каменноугольная пыль с содержанием свободного диоксида кремния до 5 % - 10 мг/м³;

- углеродная и угольная пыль с содержанием свободного диоксида кремния 5-10 % - 4 мг/м³.

Хромовый ангидрид, хроматы, бихроматы (в пересчете на CrO₃) - 0,01 мг/м³; свинец и его неорганические соединения - 0,01 мг/м³; уран (растворимые соединения) - 0,015 мг/м³; уран (нерастворимые соединения) - 0,075 мг/м³.

Силикаты и силикатосодержащая пыль:

- асбест природный и искусственный, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 10 % - 2 мг/м^3 ;
- тальк, слюда, флогопит и мусковит - 4 мг/м^3 ;
- оливин, апатит, фосфорит, глина - 6 мг/м^3 ;
- оксид алюминия в виде аэрозоля дезинтеграции (глинозем, электрокорунд, монокорунд) - 6 мг/м^3 ;
- доломит, известняк, барит, фосфорит - 6 мг/м^3 ;
- оксид железа с примесью оксидов марганца до 3 % - 6 мг/м^3 ;
- оксид железа с примесью фтористых или от 2 до 6 % марганцевых соединений - 4 мг/м^3 ;
- магнезит - 10 мг/м^3 .

Содержание в воздухе рабочей зоны наиболее широко встречающихся в карьерах и разрезах вредных газов и паров в соответствии с требованиями **ГОСТ 12.1.005-76 (заменен на ГОСТ 12.1.005-88)** не должно превышать нижеследующих значений.

Вредное вещество	Концентрация, мг/м ³	Объемная доля, %
акролеин	0,2	0,00009
формальдегид	0,5	0,00004
оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	5	0,00010
окись углерода	20	0,00170
сероводород	10	0,00071
сернистый ангидрид	10	0,00033

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем почвы или площадки, в котором располагаются места постоянного или временного пребывания работающих.

При работе в атмосфере, содержащей *окись углерода*, не более 1 часа ПДК может быть увеличена до 50 мг/м³, а при работе не более 30 минут – до 200 мг/м³. Работы при увеличенном содержании окиси углерода в воздухе рабочей зоны могут возобновиться не ранее двухчасового перерыва.

Скорость воздуха в карьерах определяется скоростью воздуха на поверхности и температурным режимом карьеров. *При скорости ветра на поверхности более 2 м/с - она определяется энергией ветрового потока, при меньшей - термическим фактором.*

Существует суточный и годовой период изменения скорости ветра на поверхности, скорость воздуха в карьере обычно меньше, чем на поверхности. Термические силы, вызываемые прогревом или охлаждением воздуха, могут существенно изменять скорость воздуха в карьере и формировать воздушные потоки горизонтальные – до 3 м/с, а восходящие – до 5 м/с.

Температура воздуха в карьере определяется температурой воздуха на поверхности, адиабатическим сжатием воздуха, тепловыделяющими и теплопоглощающими процессами в карьерах и состоянием его атмосферы. Она также изменяется в течение суток и за год. Обычно температура воздуха в карьере выше, чем на поверхности, вследствие естественного сжатия, нагревания пород солнцем и наличием дополнительных источников тепла (машины и механизмы), причём у северного борта температура воздуха выше, чем у южного борта.

Высокая **влажность воздуха** в карьере способствует образованию в них тумана и мглы, уменьшающих видимость, затрудняющих ведение горных работ и ослабляющих прогрев бортов, что снижает конвективный воздухообмен в карьерах. Увеличению влажности способствуют некоторые мероприятия и технологические процессы: орошение взорванной горной массы, отвалов, дорог, тушение пожаров, применение гидромеханизации, дренаж подземных вод. Изменение относительной влажности имеет суточный и годовой период.

1.5. Источники загрязнения атмосферы карьеров

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых в атмосферу карьеров от ряда источников выделяются пыль, ядовитые газы и пары. Интенсивность их выделения зависит от свойств и состояния горных пород, климатических и погодных условий, техники и технологии разработки, эффективности применения способов подавления пыли и вредных газов. В этой связи запыленность и загазованность воздуха на рабочих местах может изменяться в широких пределах.

Значительное влияние на состояние атмосферы карьера и разреза в целом и их отдельных участков оказывают наличие, состав и характер движущихся воздушных потоков, которые во многих случаях определяют количество приносимых, возникающих и выносимых из карьера или разреза вредностей, а иногда являются и причиной интенсивного пылеобразования.

По месту расположения источники разделяются **на внешние и внутренние**. *Внешние источники* располагаются за пределами верхнего контура карьера и разреза. Под действием ветра вредные газы и пыль от этих источников могут распространяться в выработанное пространство карьера и разреза, ухудшая общее состояние атмосферы. К ним относятся дробильные, обогатительные и агломерационные фабрики, металлургические заводы, котельные, вентиляционные стволы шахт, отвалы пустых пород и склады руды, автомобильные дороги, площади, лишенные растительности и др.

Внутренние источники пыле- и газообразования располагаются в пределах контура карьера или разреза и вызывают как местное, так и общее ухудшение состояния атмосферы. К внутренним источникам относятся: буровые станки и перфораторы, выемочно-погрузочные машины, взрывы, двигатели внутреннего сгорания (автосамосвалов, тепловозов, тракторов, бульдозеров и др.), автомобильные дороги, камнерезные машины, дробильные и сортировочные установки, пожары, газовыделения из пород и водоносных горизонтов, площадки, покрытые пылью и подверженные выветриванию и др.

В пространстве все источники выделения вредностей можно разделить на **точечные** (буровые станки, экскаваторы, камнерезные машины и др.), **объемные** (пылегазовое облако после взрыва), **линейные** (автодороги, выделение газов из пластов и т. д.) и **равномерно распределенные** (эрозия почвы, выветривание поверхности бортов карьеров).

По времени действия источники разделяются на **непрерывные** (буровые станки, экскаваторы и т.д.) и **периодические** (взрывы и др.).

По положению источники выделения вредностей в карьерах и разрезах могут быть **стационарные** (стационарные дробильные и грохотильные установки, подъемные конвейеры и др.), **полустационарные** (буровые станки, экскаваторы и др.) и **перемещающиеся** (автосамосвалы, железнодорожный транспорт и др.).

Интенсивность выделения вредностей определяется содержанием пыли или ядовитых газов и паров в единице объема воздуха и его количеством, проходящим через источник их выделения.

Так, для единичного источника с организованным выбросом (буровые станки с пылеулавливающей системой, двигатели внутреннего сгорания и др.) **интенсивность выделения вредностей (мг/с)** в атмосферу карьеров и разрезов может быть определена по формуле

$$g_{\text{п}} = V_{\text{в}} * C_{\text{в}},$$

где $V_{\text{в}}$ - средний дебит воздуха, выходящего из организованного источника выброса, м³/с; $C_{\text{в}}$ - средняя концентрация пыли или вредных газов и паров, выбрасываемых в атмосферу карьера или разреза, мг/м³.

Согласно данным Н.З. Битколова и В.С. Никитина при отсутствии средств борьбы интенсивность пылевыведения при работе бурового станка достигает 4,3 г/с, роторного экскаватора - 200 г/с, одноковшового экскаватора типа механическая лопата - 2 г/с, экскаватора типа драглайн - 11 г/с, автосамосвала 15 г/с и с 1 м ленточного конвейера - 40 мг/с.

Общая интенсивность выделения пыли или вредных газов в атмосферу карьера или разреза (мг/с)

$$G_{об} = \sum g_T + \sum g_{\Lambda} + \sum g_{pp} + \sum g_{вн},$$

где g_T - интенсивность выделения вредностей из внутреннего точечного источника, мг/с; g_{Λ} - интенсивность выделения вредностей из внутреннего линейного источника, мг/с; g_{pp} - интенсивность выделения вредностей из внутреннего равномерно распределенного источника, мг/с; $g_{вн}$ - интенсивность поступления в карьер или разрез вредностей от внешнего источника, мг/с.

Для снижения запылённости воздуха применяют **пылеулавливание** (электрофилтрами) и **пылеподавление** (водой, битумом), а для снижения загазованности осуществляют **нейтрализацию вредных газов** (сорбционная, каталитическая газоочистка), также в кабинах машин создают комфортные условия для работающих (по ГОСТу **оптимальный микроклимат** - температура 18-23⁰С, относительная влажность 40-60 %, скорость движения воздуха 0,3-0,4 м/с), массовые взрывы производят при сильном ветре и т.п.

1.6. Методы и приборы контроля запыленности атмосферы карьеров

Одним из методов определения запыленности воздуха является **весовой метод**, сущность которого заключается в том, что **некоторое количество запыленного воздуха с помощью аспирационных приборов протягивается через фильтрующие материалы, улавливающие пыль, а затем определяется ее масса, отнесенная к единице объема ($\text{мг}/\text{м}^3$)**. При этом в зависимости от запыленности применяются ватные фильтры, помещенные в стеклянные аллонжи, и фильтры из ткани ФПП-15 (АФА ВП-10 при АФА-ВП-20). В сравнении с ватными фильтры из ткани ФПП-15 гидрофобны и минимальное количество уловленной пыли у них может составлять 1 против 4-6 мг у ватных.

Продолжительность отбора пылевой пробы (мин) определяется по формуле

$$t = 1000 m_{\text{в}} / C_{\text{в}} * V,$$

где $m_{\text{в}}$ - минимальная навеска пыли, которая должна быть уловлена фильтрами, мг; $C_{\text{в}}$ - предполагаемая запыленность воздуха в месте отбора пробы, мг/м³; V - подача аспиратора, л/мин.

При применении фильтра АФА-ВП-10 максимальный расход фильтруемого воздуха не должен превышать 70 л/мин, а фильтра АФА-ВП-20 – 140 л/мин.

Запыленность воздуха (мг/м³) находится по формуле

$$C_{\text{o}} = (m_{\text{f}} - T_{\text{o}}) 1000 / V_{\text{п}},$$

где T_{f} - масса фильтра с пылью, мг; T_{o} — масса чистого фильтра, мг; $V_{\text{п}}$ — объем воздуха, прошедшего через фильтр и приведенного к нормальным условиям, л.

Для протягивания через фильтр воздуха могут быть использованы **эжекторные аспираторы, малогабаритные электрические воздуходувки, электропылесосы и др.**

Запыленность воздуха может быть осуществлена также **радиоизотопным измерителем** «Приз» и измерителями ИЗВ-1, ИЗВ-3.

Переносной радиоизотопный измеритель типа «Приз» работает на основе концентрирования дисперсной фазы аэрозоля при прокачке определенного количества воздуха через фильтр и последующего **замера навески пылевого осадка на фильтре с применением источника β -частиц.** Он предназначен для измерения концентрации пыли от 1 до 500 мг/м³ с погрешностью $\pm 20\%$ от измеряемой величины. Порог его чувствительности 0,13 мг/м³, время отбора пробы 5 - 25 мин.

Пылемер ИЗВ-1 работает на принципе поглощения пылевым осадком α -частиц. Просасывание запыленного воздуха через фильтр осуществляется воздуходувкой АРВ-1М. Пыль осаждается на фильтровальной ленте НЭЛ-3, которая наматывается на кассеты. Источник α -излучения во время взвешивания устанавливается над пылевым осадком, а прошедшие через осадок излучения регистрируются детектором. ИЗВ-1 определяет концентрацию пыли от 0,5 до 30 мг/м³ с погрешностью $\pm 30\%$

1.7. Методы и приборы контроля загазованности атмосферы карьеров и разрезов

В атмосфере карьеров и разрезов должны определяться следующие газы и пары: **ОКСИД углерода, углекислый газ, оксиды азота, альдегиды, сероводород и сернистый газ.** Загазованность воздуха может определяться непосредственно на рабочих местах в карьере и при лабораторном химическом анализе проб воздуха, которые отбираются в соответствующих местах.

На рабочих местах концентрации газов можно определить с помощью химического газоопределителя ГХ-4 и газоанализатора УГ-2.

Газоопределитель ГХ-4 служит для экспресс-определения содержания оксида углерода, оксидов азота, сернистого газа и сероводорода. Он состоит из мехового аспиратора и набора индикаторных трубок.

Действие ГХ-4 заключается в том, что при 10 сжатиях и разжатиях меха через индикаторную трубку проходит 1000 мл загрязненного воздуха. После этого по длине столбика реактивного слоя, который изменяет в зависимости от того или иного ядовитого газа окраску, определяется его концентрация.

Газоанализатор УГ-2 является переносным прибором и предназначен для определения содержания в воздухе оксида углерода, сероводорода, сернистого ангидрида, диоксида и оксида азота и других газов. Его принцип действия основан на линейно-калориметрическом методе, т.е. на измерении длины окрашенного столбика при просасывании исследуемого воздуха через индикаторную трубку.

1.8. Организация работ по контролю состава атмосферы

В соответствии с **п. 780 ПРИКАЗА от 11 декабря 2013 г. N 599**

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМ И ПРАВИЛ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

"ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ И ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ"

- Состав атмосферы объектов открытых горных работ должен отвечать установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей (пыль, газы) с учетом действующих стандартов.
- Проветривание объектов ведения открытых горных работ должно осуществляться в соответствии с проектной документацией. Воздух рабочей зоны должен содержать не менее 20% кислорода и не более 0,5% углекислого газа и не должен содержать ядовитых газов больше предельно допустимых концентраций.
- Места отбора проб и их периодичность устанавливаются графиком, утвержденным техническим руководителем организации, но не реже одного раза в квартал и после каждого изменения технологии работ.
- Для интенсификации естественного воздухообмена в плохо проветриваемых и застойных зонах объекта открытых горных работ должна быть организована искусственная вентиляция с помощью вентиляционных установок или других средств в соответствии с мероприятиями, утвержденными техническим руководителем организации.

Основными рабочими местами, где должно производиться измерение содержания вредных в воздухе, являются:

- кабина бурового станка и рабочая площадка с подветренной стороны по отношению к станку;
- кабина машиниста одноковшового, многоковшового или роторного экскаватора, транспортно-отвального моста, бульдозера, одноковшовой погрузочной машины, тракторного скрепера, путеукладчика, отвалообразователя и т.д., а также рабочая площадка помощника машиниста (с подветренной стороны);
- рабочее место машиниста дробильно-сортировочной установки, расположенной как в помещении, так и на открытой площадке;
- рабочее место при выполнении работ по погрузке горной массы на конвейер и ручной пороодоотборке с конвейера, а также у бункеров и питателей (с подветренной стороны);
- кабина водителя автосамосвала (электровоза, тепловоза, тягового агрегата) во время загрузки автосамосвала (поезда) и при разгрузке, а также при движении его по карьерным дорогам;
- кабина машиниста самоходного или стационарного дробильно-сортировочного агрегата и рабочие площадки обслуживающего персонала агрегатов (с подветренной стороны);
- рабочее место при выполнении операций по укладке, передвижке и т.д. на внутрикарьерных железнодорожных путях (с подветренной стороны);
- кабина машиниста камнерезной машины, а также рабочее место при выполнении камнетесных работ и работ по добыче камня;
- рабочее место при бурении шпуров, в том числе для вторичного дробления перфораторами (с подветренной стороны);
- рабочие места при выполнении работ на отвалах.