

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ  
ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ»**

**Ташкент 2006**

**Методические указания к лабораторной работе  
«Исследование запыленности воздуха рабочей зоны»  
Составители: к.т.н. Петровова Л.И., Хасанова О.Т. Ташкент:  
ТашГТУ, 2006, 23 с**

**Методические указания рассчитаны для бакалавров  
направления 5860100 «Безопасность жизнедеятельности»  
факультета Геологии и горного дела**

**Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»**

Печатается по решению научно-методического совета  
Ташкентского государственного технического университета им.  
А.Р.Беруни

**Рецензенты:** д.б.н., проф. Рахимова Т. (НУУЗ)  
доц. Ёрматов Г.Ё (ТГТУ)

## **Исследование запыленности воздуха рабочей зоны**

*Цель работы:* ознакомление со свойствами пыли, ее влиянием на организм человека, изучение методики и приборов, используемых для исследования запыленности воздуха. Дать санитарно-гигиеническую оценку степени запыленности воздуха.

### *Теоретическая часть:*

Повышенное содержание пыли в воздухе относится к группе опасных и вредных физических производственных факторов:

- вредное воздействие на организм человека;
- пыль является производственной опасностью, т.к. пыль ряда веществ не только пожаро-, но и взрывоопасна;
- ускоряет износ оборудования, снижает производительность труда;
- может быть причиной загрязнения окружающей среды.

К антропогенным источникам загрязнения окружающей среды относятся промышленные пыли.

Пылевыми характеристиками являются: удельные пылеобразования и выход пыли, интенсивности пылеобразования и пылепоступления, запыленность воздуха.

Удельное пылеобразование – отношение массы образовавшейся пыли к массе разрушенных пород, кг/т.

Удельный выход пыли – отношение массы пыли, перешедшей во взвешенное состояние, к массе разрушенных пород, г/т.

Интенсивность пылеобразования – количество пыли, образовавшееся в единицу времени, кг/с.

**Запыленность воздуха** - масса пыли в единице объема воздуха, мг/м<sup>3</sup>

Запыленность воздуха зависит от пылеобразования.

**Пыль** - мельчайшие частицы твердого вещества, которые образуются на производстве при дроблении и размоле твердых веществ, при изготовлении изделий, их обработке и транспортировании.

Пыль может быть классифицирована по некоторым признакам, в том числе по своему происхождению, т.е. по материалу, из которого она образована.

В зависимости от происхождения различают пыль естественного происхождения и промышленную. Первая образуется в результате процессов, не связанных непосредственно с процессом производства, хотя во многих случаях имеется взаимосвязь между этим видом пылеобразования и хозяйственной деятельностью человека, а также относится к одному из самых распространенных видов промышленных отходов. Она является причиной частых заболеваний органов дыхания. Из общего числа работающих на производстве почти половина находится в помещениях, в воздухе которых содержится инертная пыль, а другая половина в среде, где возможно ее фиброгенное влияние. С учетом специфического биологического воздействия, способы измерений и гигиенической оценки из различных видов пыли выделяют особую группу: волокнистые пыли. Они характеризуются игольчатой, цилиндрической и пластинчатой формой.

С пылью естественного происхождения приходится сталкиваться, главным образом, при решении вопросов очистки приточного воздуха перед поступлением его в вентилируемые помещения. Промышленная пыль возникает в процессе производства. Почти каждому виду производства, каждому материалу или виду сырья сопутствует определенный вид пыли.

Многие технологические процессы направлены на получение различных материалов, состоящих из мелких частиц, например, цемента, строительного гипса, муки и т. д. Совокупность этих частиц правильно называть пылевидным материалом. Соответствующей пылью (например, цементной,

мучной и т.д.) обычно называют наиболее мелкие частицы этих материалов, разносимые потоками воздуха.

Большая часть видов пыли возникает в результате процессов, связанных с обработкой материалов (резание, шлифование и т.п.), их сортировкой и транспортированием (погрузка, разгрузка и т.п.).

В зависимости от материала, из которого пыль образована, она может быть органической и неорганической.

В свою очередь, органическая пыль бывает растительного (древесная, хлопковая, мучная, табачная, чайная и т. д.) и животного (шерстяная, костяная и др.) происхождения.

Неорганическая пыль по характеру действия на организм человека разделяется на раздражающую и токсическую. К раздражающим пылям относятся минеральная (угольная, кварцевая, цементная и др.) и металлическая (стальная, чугунная, медная, алюминиевая и др.). К токсическим относят свинцовую пыль.

*Свинцовая пыль*, обладая кумулятивным действием (скоплением в организме), изменяет состав крови и влияет на костный мозг, вызывает мышечную слабость и паралич лучевого нерва, начинаются свинцовые колики и энцефалопатия (воспаление головного мозга), поражения печени и почек. Особенно серьезную угрозу представляет свинец для детей, вызывая их отставание в физическом развитии и другие отрицательные явления.

Значительная часть промышленных пылей — смешанного происхождения, т. е. состоит из частиц неорганических и органических или, будучи органической, включает в себя частицы минеральной и металлической пыли. Пыль, выделяющаяся при шлифовании металлических изделий, кроме металлических частиц, содержит минеральные частицы, образующиеся при взаимодействии обрабатываемого металла и орудий его обработки (абразивного круга и т. д.). Это нужно учитывать при выборе методов очистки и пылеулавливающего оборудования.

## **Свойства пыли**

При определении степени воздействия пыли на организм человека следует учитывать не только физические ее свойства, но и размер пылинок. Наиболее вредны пылинки размером до 5 мкм, т.к. они способны проникнуть в альвеолы легких. Пылинки размером 5-10 мкм и более задерживаются в верхних дыхательных путях и бронхах. На скорость оседания пыли, т.е. способность находиться во взвешенном состоянии, влияет дисперсность пыли.

*Дисперсность* — степень измельчения вещества. Под дисперсным (зерновым, гранулометрическим) составом понимают распределение частиц пыли по размерам. Он показывает, из частиц какого размера состоит данная пыль, и массу или количество частиц соответствующего размера.

ГОСТ 12.2.043-80 подразделяет все пыли в зависимости от дисперсности на пять групп: I — наиболее крупнодисперсная пыль; II — крупнодисперсная пыль; III — среднедисперсная пыль; IV — мелкодисперсная пыль; V — наиболее мелкодисперсная пыль.

Дисперсность в значительной мере определяет свойства пыли. В результате измельчения изменяются некоторые свойства вещества и приобретаются новые.

*Гигроскопичностью* пыли называется ее способность поглощать влагу из воздуха. Поглощение влаги оказывает влияние на такие свойства пыли, как электрическая проводимость, слипаемость, сыпучесть и др.

*Сыпучесть* характеризует подвижность частиц пыли относительно друг друга и их способность перемещаться под действием внешней силы. Сыпучесть зависит от размера частиц, их влажности и степени уплотнения

Взаимодействие пылевых частиц между собой называется аутогезией. Аутогенным воздействием вызывается образование конгломератов пыли. Взаимодействие пылевых частиц с поверхностями называется адгезией.

Обычно, когда речь идет о взаимодействии пылевых частиц

между собой, явления аутогезии именуют *слипаемостью*. Она обусловлена силами электрического, молекулярного и капиллярного происхождения. Устойчивая работа пылеулавливающего оборудования во многом зависит от слипаемости пыли.

В качестве показателя слипаемости принимают прочность пылевого слоя на разрыв, Па.

Слипаемость пыли определяют по методу разъемного цилиндра.

По степени слипаемости пыли могут быть разделены на четыре группы :

Группа слипаемости	Разрывная прочность слоя пыли, Р, Па	Некоторые пыли данной группы
I	Неслипающиеся, $P < 60$	Доломитовая, глиноземная, шлаковая
II	Слабослипающиеся, $P = 60—300$	Коксовая, доменная, апатитовая
III	Среднеслипающиеся, $P = 300—600$	Цементная, торфяная, металлическая, мучная, пыль с максимальным размером частиц 25 мкм
IV	Сильнослипающиеся, $P > 600$	Цементная, гипсовая, волокнистые пыли (асбестовая, хлопковая, шерстяная); все пыли с частицами не более 10 мкм

Считают, что для влажной пыли степень ее слипаемости должна быть увеличена на один уровень. Слипаемость возрастает с уменьшением размера частиц.

Повышенная концентрация пыли в рабочей зоне ускоряет также и износ оборудования, снижает производительность труда. Способность пыли вызывать истирание стенок конструкций и аппаратов, с которыми соприкасается пылегазовый поток, называется – *абразивностью*. Она зависит

от твердости и плотности вещества, из которого образовалась пыль, размера частиц, их формы, скорости потока. При значительной абразивности пыли воздуховоды, газоходы, стенки пылеулавливающих аппаратов выходят из строя в весьма короткий срок. Абразивность пыли нужно учитывать при выборе материала и толщины стенок каналов для перемещения пылегазовых потоков и аппаратов для очистки этих потоков, а также при необходимости ограничивать скорость движения потоков. В ряде случаев применяют специальные облицовочные защитные материалы.

Считают, что износ металлических элементов вследствие абразивности пыли возрастает по мере увеличения размера частиц вплоть до 90 мкм, а затем по мере дальнейшего увеличения размера он уменьшается.

*Электрические* свойства оказывают значительное влияние на поведение пылевых частиц, что влияет на процесс осаждения. Электрические силы во многом определяют процесс коагуляции, устойчивость пылевых агрегатов, взрывоопасность пыли, ее воздействие на живые организмы. Электрические свойства пыли должны быть учтены при решении вопросов, связанных с очисткой газов (воздуха) от пыли, в первую очередь, с работой электрофильтров.

По данным некоторых гигиенистов, пылевые частицы, имеющие электрический заряд, в два раза интенсивнее задерживаются в дыхательных путях, чем нейтральные.

В пыльных цехах предприятий необходимо периодически проводить анализ запыленности воздуха на рабочих местах для выявления состояния воздушной среды. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных предельно-допустимых концентраций (ПДК).

*ПДК* - это такие концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) 8-часовой работе или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний

или отклонений состояния здоровья. В пыльных цехах предприятий необходимо периодически проводить анализ запыленности воздуха на рабочих местах для выявления состояния воздушной среды. Если в результате этого будет установлено, что фактическая концентрация пыли превышает ПДК, то проводится ряд мероприятий технологического, технического и санитарно-гигиенического порядка для создания на рабочих местах нормальных условий труда.

#### **Предельно допустимые значения концентрации пыли в производственных помещениях**

№ /п	Наименование	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Класс опаснос-ти
1.	Алюминий и его сплавы	2	4
2.	Известняк	6	4
3.	Силикаты и силикатосодержащие пыли: цемент, апатит, глина	6	4
4.	Смолодоломитовая пыль	10	4
5.	Зерновая пыль(вне зависимости от содержания диоксида кремния)	4	4
6.	Кремнийсодержащие пыли: а) кремния диоксид кристаллическая, кварц, кристаболит, тридимит, при содержании ее в пыли свыше 70% (кварцит, дунас и др) б) кремния диоксид кристаллическая при содержании ее в пыли от 10 до 70% (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др) в) кремния диоксид кристаллическая при содержании ее в пыли от 2 до 10% (горючие кукерситные сланцы, медно-сульфидные руды, углеродная и угольная пыль, глина и др)	1 2 4	3 4 4
7.	Пыль растительного и животного происхождения: С примесью диоксида кремния менее 2% (мучная, хлопчатобумажная, древесная)	6	4

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности:

1. Чрезвычайно опасные - ПДК менее 0,1 мг/м (берилий, ртуть, сурьма, кварцевая пыль);
2. Высокоопасные - ПДК 0,1-1,0 мг/м (окислы азота, анилин, бензол, пыль гранита);
3. Умеренно опасные - ПДК 1,1-10,0 мг/м (вольфрам, борная кислота, угольная пыль);
4. Малоопасные - ПДК более 10,0 мг/м (аммиак, ацетон, пыль известняка).

Степень вредного воздействия пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, степени дисперсности пылинок, их формы и химического состава.

Частицы пыли раздражают и повреждают кожу и особенно слизистые оболочки, способствуют проникновению патогенных микробов в организм и снижению его сопротивляемости инфекции. Длительное воздействие очень мелкой пыли может привести в закупорке пор и снижению потоотделения. Происходит воспаление конъюнктивы и роговой оболочки глаз. От 10 до 30% пыли, прошедшей через носовую полость, отлагается в легких. При наличии бактерий могут возникнуть желудочно-кишечные, инфекционные и другие заболевания, которые могут быть причиной нетрудоспособности различной продолжительности. Из этого следует, что борьба с пылью на производстве является задачей не только санитарно-гигиенической, но и экономической.

Систематическое пребывание работающих в воздушной среде с большой концентрацией вредных веществ, в том числе и нетоксичной пыли, может привести к тяжелым профессиональным заболеваниям.

***Профессиональным заболеванием*** называется заболевание, вызванное воздействием на работающего вредных условий труда.

К наиболее распространенным профессиональным заболеваниям в горно-рудной промышленности относятся пневмокониоз.

Пневмокониоз – профессиональное заболевание, развивающееся при длительном вдыхании кварцевой пыли, то есть свободной двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ), и характеризующееся разрастанием соединительной ткани легких.

Различают следующие виды пневмокониоза:

Силикоз – заболевание от вдыхания пыли, содержащей свободную двуокись кремния ( $\text{SiO}_2$ );

Силикатозы (асбестов, тальков, оливиноз, нефелиноз, анатитоз и др.) – заболевания от вдыхания силикатной пыли, содержащей двуокись кремния в связанном состоянии;

Карбоканиозы (антракоз, графитоз и др) – заболевания от вдыхания углеродосодержащей пыли (угля, графита, кокса и др);

Пневмокониозы (антраколикоз, силикоантракоз, сидеросиликоз и др.) – заболевания от вдыхания пыли смешанного состава, содержащей двуокись кремния (в свободном или связанном состоянии), окислы металлов и другие вещества;

Металлокониозы (бериллиоз, алюминоз и др) – заболевания от вдыхания пыли металлов, при которых возможно отложение ее в легких.

Мелкие частицы пыли, находясь длительное время во взвешенном состоянии, попадают в организм человека при вдыхании, раздражают верхние дыхательные пути и легкие. Вред, причиняемый пылью, зависит от ее количества, продолжительности действия и химического состава. Длительное раздражение слизистой оболочки дыхательных путей может привести к развитию таких заболеваний, как хронический катар носоглотки, пылевой бронхит. Тонкая пыль размером частиц от 5 мк и ниже (из которых особенно опасны частицы размером до 1-2 мк и ниже) способна проникать в альвеолы легких.

Наибольшей агрессивностью обладает кварцевая пыль, вызывающая силикоз, который характеризуется относительно быстрым развитием и наиболее выраженными формами течения. Он вызывает глубокие функциональные нарушения и изменения

важнейших органов и систем жизнедеятельности человека: легочной, сердечно-сосудистой, нервной, пищеварения. Чем выше содержание  $\text{SiO}_2$  в пыли, тем выше опасность последней.

Эффективной мерой по предупреждению пневмокониозов является комплексная автоматизация труда, при которой управление *оборудованием* происходит с дистанционных пультов и щитов, вынесенных в отдельные изолированные помещения с благоприятными условиями труда. Так, на асфальтобетонных, цементных комплексно-автоматизированных предприятиях содержание пыли в таких помещениях не превышает предельно допустимых величин.

Запыленность воздушной среды в производственных условиях снижает прозрачность воздуха и создает предпосылки для увеличения *взрыво- и пожароопасности* в помещениях. При взрывах пыли возможны весьма тяжелые последствия — несчастные случаи с людьми, разрушение и повреждение оборудования, строительных конструкций и т. д.

Пыль, находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе помещений, *взрывоопасна*. Осевшая пыль (гель) *пожароопасна*.

Однако при определенных условиях осевшая пыль способна переходить во взвешенное состояние, образуя взрывоопасные смеси. Может происходить как взрыв, так и горение пыли, находящейся во взвешенном состоянии. При взрыве реакция протекает значительно быстрее, распространяясь со скоростью сотни и тысячи метров в секунду, при горении — со скоростью несколько десятков метров в секунду. Процесс горения пыли, находящейся во взвешенном состоянии, протекает гораздо интенсивнее, чем горение осевшей пыли (аэрогель).

Горение аэрогеля происходит с поверхности, однако при подъеме этой пыли в результате локального взрыва, удара и т. д. аэрогель переходит во взвешенное состояние и может произойти интенсивный взрыв.

Локальный взрыв пыли может перевести во взвешенное состояние осевшую пыль, в результате фронт взрыва расширится. При первом или последующем взрыве происходит

встряхивание здания и расположенного в нем оборудования. Пыль, покрывающая тонким слоем их поверхности, переходит во взвешенное состояние, образуя взрывоопасную смесь, которая вновь становится питательной средой для следующего взрыва. Последующий более мощный взрыв способен разрушить емкости, где хранятся пылевидные материалы. Это уже будет средой для мощного взрыва, способного разрушить здание.

Приведем ряд определений, характеризующих горение и взрыв.

**Горением** называется физико-химический процесс взаимодействия горючего вещества и окислителя, сопровождающийся выделением тепла и излучением света.

Под возгоранием понимают начальную стадию горения, которая возникает под действием источника зажигания. Возгорание, которое сопровождается появлением пламени, называется воспламенением.

**Самовозгорание** — возникновение горения вещества в отсутствие источника зажигания. Самовозгорание может быть тепловым, микробиологическим и химическим.

Тепловое самовозгорание происходит в результате нагрева вещества до определенной температуры.

Микробиологическое самовозгорание возникает в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Химическое самовозгорание происходит в результате химического взаимодействия веществ.

**Самовоспламенение** — это самовозгорание, сопровождающееся появлением пламени.

**Температура** самовоспламенения — самая низкая температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

**Взрыв** — одна из разновидностей реакции горения. Ее характерным отличием является исключительно быстрое, практически мгновенное протекание реакции в объеме.

При взрыве мгновенно образуется большое количество

продуктов сгорания — газов. Давление внезапно появившихся газов, их быстрое, резкое движение, которое происходит волнами, толчками, приводит к разрушению окружающих конструкций, оборудования и т. д.

Возбуждение взрыва пыли возможно при сочетании определенных условий, необходимых для взрыва. Если отсутствует хотя бы одно из этих условий, взрыв не произойдет, несмотря на наличие остальных.

Этими условиями являются следующие:

- концентрация пыли в воздухе между нижним и верхним пределами;
- наличие источника возбуждения взрыва достаточной температуры и мощности в запыленной зоне;
- питание кислородом, достаточное для обеспечения процесса горения.

**Нижний концентрационный предел** распространения пламени по пылевоздушным смесям (НКПРП),  $\text{г м}^{-3}$ , — минимальное содержание пыли в воздухе, достаточное для возникновения взрыва (при наличии других условий).

НКПРП соответствует определенному среднему значению расстояния между пылевыми частицами, при котором происходит достаточно интенсивный теплообмен между частицами. При этом накапливается необходимая для взрыва тепловая энергия. Если концентрация пыли в воздухе незначительна, расстояния между частицами велики и теплообмен ограничен.

**Верхний концентрационный предел** распространения пламени (ВКПРП),  $\text{г м}^{-3}$ , пылевоздушных смесей — максимальное содержание пыли в воздухе, при котором взрываобразование прекращается, несмотря на наличие прочих необходимых условий.

При концентрациях больше ВКПРП кислорода становится недостаточно для реакции и процесс прекращается.

Между НКПРП и ВКПРП находится концентрация пыли в воздухе, которая является наиболее взрывоопасной. Ей

соответствует наибольшее значение взрывного давления. Такое значение, естественно, имеется для каждого вида пыли.

НКПРП зависит от химического состава, от дисперсности пыли. Высокодисперсный материал имеет большую поверхность контакта с окислителем (кислородом воздуха). У материала с развитой поверхностью большая электрическая емкость, следовательно, значительная способность получать заряды статического электричества вследствие трения частиц, что увеличивает пожарную опасность вещества. На НКПРП пыли влияет также наличие в ее составе минеральных добавок, не участвующих во взрывообразовании. Являясь инертным компонентом, минеральная составляющая сдерживает взрывообразование в результате экранирования и поглощения теплоты.

Взрыво- и пожароопасность уменьшается также с увеличением влажности пыли.

Выделение из пыли летучих горючих газов повышает взрываемость. Пыль каменного угля при содержании в ней менее 10 % летучих газов не взрывоопасна. Не взрываются пыли антрацита и древесного угля.

При содержании в воздухе кислорода до 11— 13 % не происходит воспламенение пыли. НКПРП, приводимый в таблицах, относится к условиям, когда воздух в помещении практически неподвижен. При движении воздуха со скоростью 5 м/с нижний предел повышается в 2—3 раза.

Определение НКПРП пылевоздушных смесей производится согласно методике, установленной ГОСТ 12.032-81. Сущность этого метода состоит в зажигании пылевоздушной смеси определенной концентрации в объеме реакционного сосуда и оценке результатов зажигания. Изменяя концентрацию пылевоздушной смеси, устанавливают ее минимальное значение, при котором происходит воспламенение, т. е. НКПРП.

Взрыво- и пожароопасные пыли делят на четыре класса. Критерием является значение НКПРП и температуры самовоспламенения.

I класс — наиболее взрывоопасные пыли с НКПРП не выше  $15 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

II класс — взрывоопасные пыли с НКПРП от  $16$  до  $65 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ ;

III класс — наиболее пожароопасные пыли с температурой самовоспламенения в куче не выше  $250^\circ\text{C}$ ;

IV класс — пожароопасные пыли с температурой самовоспламенения при тех же условиях выше  $250^\circ\text{C}$ .

Ниже приведены НКПРП взрывоопасных пылей и пылевидных материалов, отнесенных к I и II классам

I класс	НКПРП $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$ ;
Сера	2,3
Нафталин	2,5
Канифоль	5,0
Сухие сливки с сахаром	6,3
Шрот подсолнечный	7,6
Эбонитовая пыль	7,6
Молоко сухое	7,6
Сахар свекловичный	8,9
Камфара	10,1

II класс	НКПРП $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$ ;
Пыль льняной костры	16,7
Горох.	25,2
Жом свекловичный	27,7
Казеин технический	32,8
Крахмал картофельный	40,3
Чайная пыль	32,8
Сланцевая пыль	58,0
Овес	30,2
Кукуруза	37,8
Ячмень	37,8

Приведены также НКПРП и температура самовоспламенения осажденных пылей, отнесенных к III и IV классам.

III класс	t	НКПРП $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$ ;
Табачная пыль	205	68,0—101,0
Элеваторная пыль	250	277,0

IV класс	t	НКПРП $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$ ;
Угольные пыли (высокозольные)	260	114—400
Древесные опилки	275	выше 65,5

Из минеральных пылей, образующихся при добыче полезных ископаемых, взрывчатыми являются угольная, серная, серно-колчеданная и сульфидная.

Взрывчатость пыли зависит в основном от следующих факторов: содержания в пыли летучих веществ (метана, водорода, окиси углерода и др); концентрации, тонкости(дисперсности) и зольности пыли.

*Угольная пыль*, содержащая более 10% летучих веществ, отнесенных к безводной и беззольной массе, принадлежит к категории опасных по взрыву. Особенno подвержена взрыву угольная пыль, содержащая от 17 до 32% летучих веществ.

Все мероприятия, составляющие суть пылевого режима, могут быть разделены на три группы:

- мероприятия, препятствующие образованию пыли и пылевого облака;
- мероприятия, препятствующие появлению источников воспламенения пыли;
- мероприятия по локализации взрывов пыли.

Очистка воздуха от пыли осуществляется фильтрами и может быть грубой, средней и тонкой. При грубой очистке задерживается крупная пыль (размером частиц более 100 микрометров (мкм), при средней - до 100 мкм, при тонкой до 10 мкм.

*Фильтры* - это устройства, в которых запыленный воздух пропускается через пористые, сетчатые материалы и конструкции, способные задерживать или осаждать пыль. Применяют бумажные, тканевые фильтры, в которых воздух пропускается через стенки тканевых рукавов (вязанных, тканевых) - эффективность до 99%.

Для удаления пыли необходимо использовать механическую местную вытяжную вентиляцию (кухни, вытяжные шкафы, в отдельных случаях бортовые отсосы). Основные гигиенические требования для местной вытяжной вентиляции – полное укрытие места пылеобразования и соблюдение достаточных скоростей воздуха в рабочих сечениях

и неплотностях кожухов ( в зависимости от пыли – не менее 0,7 – 1,5 м/с). воздух перед выбросом в атмосферу должен очищаться от пыли.

В комплекс санитарно-бытовых помещений должны быть включены помещения для хранения и перезарядки респираторов, для очистки спецодежды от пыли.

К лечебно - профилактическим мероприятиям относятся: организация и проведение предварительных и периодических медицинских осмотров.

### **Методы контроля загрязнения воздуха.**

Для оценки запыленности воздуха рабочей зоны необходимо знать массу пыли, ее качественный состав - количество пылинок в единице объема воздуха, растворимость и токсичность, а также их форму.

*Рабочей зоной помещений* называется пространство высотой 2 м над уровнем пола, где находятся рабочие места.

Время, необходимое для измерения и передачи информации предприятию о содержании пыли в воздухе, должно быть не более двух суток.

Для исследования концентрации пыли и ее дисперсного состава применяют весовой, счетный, фотометрический и радиометрический методы.

*Весовой метод.* При весовом методе определяется концентрация пыли, выраженная в миллиграммах на 1 м<sup>3</sup> (мг/м<sup>3</sup>). Этот метод считается основным.

*Счетный метод.* При счетном методе подсчитывается число пылевых частиц, содержащихся в 1 см<sup>3</sup> исследуемого воздуха, а также определяются их размеры под микроскопом. Этот метод считается вспомогательным к весовому, он применяется чаще всего в гигиенических исследованиях.

*Фотометрический метод.* С помощью фотопылемеров, приборов, принцип действия которых основан на измерении фотометрическим способом изменения (ослабление) интенсивности светового потока, проходящего через запыленный воздух, легко и быстро определяют концентрацию

пыли в воздухе. Этот метод сильно уступает в точности измерения весовому методу.

*Радиометрический метод.* Принцип действия радиометрических приборов основан на определении степени поглощения альфа-излучения отобранной на фильтр пробы. Но погрешность измерений составляет  $\pm 30\%$ .

В данной работе рассмотрим более подробно весовой метод.

**Весовой метод** служит для определения массы пыли, содержащейся в единице объема воздуха. Для этого взвешивают специальный фильтр до и после протягивания через него некоторого объема запыленного воздуха, а затем подсчитывают массу пыли.

Весовая концентрация пыли ( $\text{мг}/\text{м}^3$ )

$$Q = \frac{P_1 - P_0}{V_0 t} 1000,$$

где  $P$  - масса фильтра до отбора пробы, мг;

$P_1$  - масса фильтра после отбора пробы, мг;

$t$  - время;

$V_0$  - объем воздуха, протянутого через фильтр, приведенный к нормальным условиям, т.е. к такому объему, который он занимал бы при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении 760 мм.рт.ст.( $\text{м}^3$ ).

$$V_0 = \frac{Vt 273 B_1}{(273 + t) 760},$$

где  $Vt$  - объем воздуха, протянутого через фильтр при температуре  $t$  и давлении  $B$ ;

$B$  - барометрическое давление в месте отбора пробы, мм.рт.ст;

$t$  - температура воздуха в месте отбора пробы,  $^\circ\text{C}$ .

Недостатком весового метода является то, что он не дает представления о качественной характеристике пыли, без которой невозможна полная гигиеническая оценка запыленности.

### Применяемые приборы

Для проведения оценки запыленности весовым методом (рис.1) требуются следующие приборы:

1. Набор фильтров АФА-ВП-10, способных задерживать пыль.
2. Аспиратор с фильтродержателем (аллонжем) и фильтрами
3. Барометр- анероид
4. Термометр
5. Аналитические весы с разновесом
6. Секундомер
7. Пинцет

**АФА -ВП-10** - аналитический фильтр аэрозольный изготовлен из гидрофобного высокоеффективного нетканого фильтрующего материала, применяется для исследования запыленности воздуха, состоит из собственно фильтра и защитных бумажных колец. Буква В означает, что фильтр пригоден для весового метода, а цифра 10 обозначает площадь круга фильтра ( $\text{см}^2$ ).

**Аспиратор** - прибор для протягивания запыленного воздуха через аллонж и измерения объема этого воздуха.

**Аллонж** - фильтродержатель – цилиндр, в который вставляется фильтр.

Для проведения этой оценки в учебной лаборатории ввиду отсутствия в помещении значительной запыленности и сокращения срока проведения работы в установку включается пылевая камера с воздуходувкой и распылителем для создания в камере пылевой среды большой концентрации. Аспиратор состоит из воздуходувки, создающего отрицательное давление электродвигателя и четырех реометров. Два реометра служат для измерения объемной скорости протяжения отсасываемого воздуходувкой воздуха ( $\omega$ ) и отградуированы от 0 до 20 л/мин. Другие два используются в случае отбора проб с малыми скоростями (от 0 до 1 л/мин) при газовых анализах. Над реометрами установлены ручки вентилей для регулировки объемной скорости протяжения. Под реометрами расположены

штуцеры для закрепления резиновых шлангов, идущих от аллонжа. Аллонж служит для закрепления в нем фильтра.

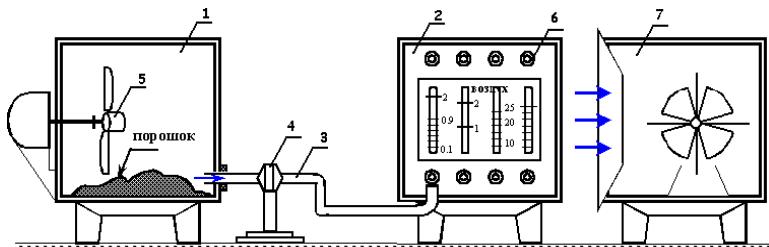


Рис.1.Схема лабораторной установки: Пылевая камера 1 соединяется с электроаспиратором -2 воздуховодом -3, снабженным фильтродержателем - 4 с фильтром. С помощью вентилятора -5 в пылевой камере развеивается пыль. Запыленный воздух протягивается через фильтр 4. Расход воздуха регулируется вентилем 6. В качестве порошка используется цемент.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Взвесить фильтр на аналитических весах.
2. Вставить фильтр в аллонж и ввинтить его в крышку, закрепленную на корпусе пылевой камеры.
3. Включить аспиратор, установить необходимую объемную скорость протяжения и выключить аспиратор.
4. Включить компрессор, открыть вентиль подачи воздуха в пылевую камеру и взмутить пыль в камере.
5. Включить аспиратор и секундомер и произвести отбор пробы. Опыт продолжать до появления на поверхности фильтра ясно видного осадка пыли. Выключить аспиратор и секундомер.
6. Определить время опыта.
7. Замерить температуру воздуха и барометрическое давление.
8. Взвесить фильтр после опыта.
9. Заполнить таблицу 1 и определить концентрацию пыли в воздухе, приведенном к нормальным условиям.

10. Определить по таблице из ГН 2.1.6.695-98 допустимую концентрацию пыли в воздухе.
11. Заполнить таблицу 2 и сделать заключение.

Таблица 1

**Определение концентрации пыли в воздухе рабочей зоны**

№ изм.	V мм. рт. ст	t мин.	T °C	ω л/мин	V <sub>1</sub> м <sup>3</sup>	V <sub>0</sub> м <sup>3</sup>	P <sub>1</sub> мГ	P <sub>0</sub> мГ	Q мГ/м <sup>3</sup>

Таблица 2

**Оценка запыленности воздуха рабочей зоны**

Наименование вещества	Класс опасности	Фактическая концентрация, мГ/м <sup>3</sup>	ПДК по ГН 2.1.6.695-98

*Отчет должен содержать:*

1. Цель лабораторной работы
2. Описание лабораторной работы.
3. Заполнение таблиц.
4. Заключение по работе.

*Контрольные вопросы:*

1. Какие методы исследования запыленности воздуха вы знаете?
2. Классификация пыли, ее свойства
3. Дать определение ПДК?
4. В каких единицах измеряется ПДК.
5. Сколько классов опасностей Вы знаете?
6. Какие вредные воздействия оказывает пыль на организм человека и на производственное оборудование?
7. Какие профессиональные заболевания получает рабочий от повышенной концентрации пыли в воздухе?
8. Какие меры и средства защиты от пыли вы знаете?

**Литература:**

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. М.: Высшая школа, 2001.
2. Умнов А.Е. Охрана труда и противопожарная защита в горно-рудной промышленности М.1996.
3. Коузов П. А., Скрябина Л. Я. Методы определения физико-химических свойств промышленных пылей. Л.: Химия, 1989.
4. Жилов Ю.Д., Куценко Г.И. Справочник по гигиене труда и производственной санитарии М.: Высшая школа, 1995.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Цель работы	3
Свойства пыли	5
Профессиональные заболевания	10
Методы контроля загрязнения воздуха	17
Порядок выполнения работы	21
Контрольные вопросы	22

Редактор

Ахметжанова Г.М.