

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

**Кыргызский государственный технический университет
им. И.Раззакова**

Кафедра "Техносферная безопасность"

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА

**Методические указания к лабораторной работе №2
для студентов всех специальностей**

Бишкек 2019

РЕКОМЕНДОВАНО
На заседании кафедры
«Техносферная безопасность»
Прот. № 9 от 21.05.2019 г.

ОДОБРЕНО
Методическим советом
энергетического факультета
Прот. №__ от _____2019 г.

Составители: *Таштанбаева.В.О.*

УДК 665.13

Исследование запыленности воздуха: Методические указания к лабораторной работе № 2 по курсу «*Безопасность жизнедеятельности*» для всех специальностей и всех форм обучения/ Кыргыз. гос. техн. ун-т; Сост.: Таштанбаева.В.О. Бишкек, 2019. 12 стр.

Рассмотрены методы определения запыленности воздуха. Дана обработка результатов измерений.

Предназначены для студентов всех специальностей и всех форм обучения.

Табл.2. Библиогр. назв. 4

Рецензент: к.т.н., проф. Калчороев А.К.

© КГТУ им.И. Раззакова
© Таштанбаева.В.О.Ю.,2019

Цель работы

Ознакомление с методами исследования запыленности производственной среды при анализе санитарно - гигиенических условий труда.

Краткие теоретические сведения

Производственной пылью называют дисперсную систему, состоящую из мельчайших твердых частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии. В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» классифицируют производственную пыль по следующим признакам: происхождению, способу образования и дисперсности (рис.1.).

По происхождению и химическому составу пыль делится на органическую и минеральную.

К органической пыли относятся пыли растительного и животного происхождения (древесная, угольная, мучная, костная и др.), а к минеральной – пыли металлов и минералов (цементная, керамическая, кварцевая, алюминиевая и др.).

Производственная пыль в основном образуется при дроблении, размоле, механической обработке различных материалов, погрузке, транспортировке, разгрузке сыпучих материалов и их перемешивании.

Пыль может быть аэрозолью, которые находятся в воздухе во взвешенном состоянии и аэрогелью (освещенная пыль), которые оседают из воздуха на поверхности оборудования и предметов.

По способу образования пыль делится на: аэрозоли дезинтеграции, образующиеся при размоле и обработке твердых тел, и аэрозоли конденсации, получающиеся в результате конденсации паров металлов и неметаллов (шлаки).

Дисперсность пыли определяет их устойчивость в воздушной среде, возможность и глубину проникновения в организм человека. По дисперсности (размеры частиц) пыль разделяют на три группы:

- крупнодисперсную пыль - видимая пыль с размерами частиц более 10 мкм;
- микроскопическую пыль («облако») – от 0,25 до 10 мкм;
- ультрамикроскопическую пыль («дым») – с размерами частиц менее 0,25 мкм. Пылинки размером менее 0.25 мкм практически не осаждаются и постоянно находятся в воздухе в хаотическом движении. Пыль с частицами менее 5 мкм наиболее опасна, поскольку может проникать в глубокие отделы легких и задерживаться там.

Важное значение имеют токсичность и растворимость пыли: токсичная и хорошо растворимая пыль быстрее проникает в организм и вызывает острые отравления, чем нерастворимая, приводящая лишь к местному механическому повреждению ткани легких. Наоборот, растворимость

нетоксичной пыли благоприятна, так как в растворенном состоянии вещество легко выводится из организма без каких-либо последствий.

Форма пылевых частичек может быть различной: сферической, плоской, неправильной. Форма частиц влияет на устойчивость аэрозоля и поведение в организме. Частицы сферической формы быстрее оседают, легче проникают в легочную ткань и рассасываются в ней. Частицы неправильной формы с зазубренной, шероховатой поверхностью оказывают раздражающее воздействие на слизистые оболочки глаз, верхних дыхательных путей и кожу.

Электрозаряженность пылевых частиц влияет на устойчивость аэрозоля и его биологическую активность. При распылении пылевых частиц 90-98 % их приобретают электрический заряд. Частицы, несущие электрический заряд, в 3-8 раз больше задерживаются в дыхательном тракте.

Кроме гигиенического значения, производственная пыль имеет и другие отрицательные стороны: ускоряет износ оборудования, ухудшает общесанитарное состояние производственной среды, уменьшает освещенность, загрязняя окна и осветительные приборы. Некоторые виды пыли (угольная, сахарная и др.) могут способствовать возникновению пожаров и взрывов.

При оценке влияния пыли на организм человека значение имеет форма частиц, их твердость, острота, волокнистость, дисперсность, химический состав. Форма пылинок влияет на их поведение в воздухе и оказывает различное воздействие на ткани организма.

Токсическое воздействие пыли зависит от химической природы и ее концентрации в воздухе рабочей зоны. При этом химический состав пыли зависит от вида и состава, способа и технологии обработки материала.

Производственная пыль одна из наиболее распространенных производственных вредностей, может вызвать пылевые заболевания занимающие первые места среди профессиональных заболеваний.

Под влиянием пыли могут развиваться как специфические, так и неспецифические заболевания. Специфические заболевания проявляются в виде пневмокониозов – фиброза (воспаления) легочной ткани. Пневмокониозы классифицируют следующим образом: силикоз – возникает под действием пыли диоксида кремния; силикатоз – возникает при вдыхании солей кремниевой кислоты; металлокониоз; карбокониоз (антропокоз – угольная пыль); пневмокониоз от смешанной пыли, от органической пыли. Неспецифическими заболеваниями можно назвать пневмонии, туберкулез и рак легких, бронхиты, конъюнктивиты (болезнь глаз), поражения кожи – экземы, дерматиты и др.



Рис.1 Классификация производственной пыли

Нормирование содержания пыли в воздухе рабочей зоны осуществляет ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

Основой гигиенического нормирования химических веществ и пыли в воздухе рабочей зоны является предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

ПДК– это такие концентрации, которые при ежедневной 8-часовой (кроме выходных дней) работе или другой продолжительности (но не более 40 часов в неделю) в течение всего рабочего стажа не вызывает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются максимальными, превышение их недопустимо.

По степени воздействия вредные вещества разделяются на четыре класса опасности:

I – вещества чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м³);

II – вещества высокоопасные (ПДК от 0,1 до 1,0 мг/м³);

III – вещества умеренно опасные (ПДК от 1,1 до 10 мг/м³);

IV – вещества малоопасные (ПДК более 10 мг/м³).

Класс опасности и ПДК пыли в воздухе в зависимости от характера и условий производства приведены в санитарных нормах.

ПДК и класс опасности некоторых пылей приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Класс опасности и ПДК пыли в воздухе
рабочей зоны производственных помещений**

№	Наименование вещества	ПДК (мг/м ³)	Класс опасности
1	Асбестовая пыль	2	4
2	Асбестоцементная пыль	6	4
3	Доломит	6	4
4	Магнезит	10	4
5	Известняк	6	4
6	Цемент	6	4
7	Пыль стеклянного и минерального волокна	4	4
8	Пыль содержащая более 70% свободной двуокиси кремния (SiO ₂) – кварц, диас и др.	1	3
9	Табак	3	3
10	Чай	3	3
11	Пыль содержащая от 10 до 70% SiO ₂ – гранит, шамот и др.	2	4
12	Пыль содержащая от 2 до 10% SiO ₂ – глина, угольная пыль, горючие сланцы и др.	4	4
13	Каменноугольная пыль, с содержанием SiO ₂ менее 2%	10	4
14	Пыль искусственных абразивов – корунд, карборунд и др.	6	4
15	Алюминий и его сплавы	2	4
16	Чугун	6	4
17	Пыль древесная, бумажная, мучная	6	4
18	Пыль зерновая, лубяная	2	4
19	Пыль льняная, шерстяная, пуховая, хлопковая	2	4

В зависимости от класса опасности вредных веществ предъявляются требования к периодичности контроля воздушной среды на рабочих местах. Для веществ I и II классов опасности необходим непрерывный контроль, для веществ III и IV классов опасности – периодический. При непрерывном контроле за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны предусматривается применение систем самопишущих автоматических приборов, выдающих сигнал превышения уровня ПДК.

Средства и методы защиты от запыленности на рабочей зоне

При содержании пыли в рабочей зоне, превышающей допустимые концентрации, вентиляционные выбросы необходимо подвергать пылеочистке.

Для предотвращения профессиональных заболеваний, связанных загрязнением воздуха, для улучшения условий труда используются различные средства защиты от пыли. Они разделяются на индивидуальные и коллективные. Коллективные средства защиты обеспечивают улучшение условий труда в производственном помещении или на отдельных рабочих местах, вблизи источников пылеобразования. К ним относятся местная и общеобменная вентиляция, аэрация, герметизация оборудования, автоматизация производственных процессов и т.д.

При работе в сильно запыленных помещениях, где очистить воздух до нужного предела невозможно (при работе цементаупаковочных машин и др.), необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты, защищающими кожу, глаза и органы дыхания работающих. К индивидуальным средствам защиты от пыли относятся непроницаемая противопылевая спецодежда, защитные очки, респираторы.

Также путями снижения запыленности воздуха на производстве являются:

1. Совершенствование технологического процесса и используемого оборудования.
2. Автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением пыли.
3. Герметизация или изоляция пылящего оборудования.
4. Применение механической местной, вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции.

Методы исследования концентрации пыли

Определение степени запыленности воздуха осуществляется различными методами, которые подразделяются на две группы: с выделением дисперсной фазы (весовой и счетный) и без ее выделения (радиационный, фотоэлектрический и др)

Весовой метод. При весовом методе определяется концентрация пыли, выраженная в миллиграммах на 1 м³ (мг/м³). Этот метод считается основным.

Счетный метод. При счетном методе подсчитывается число пылевых частиц, содержащихся в 1 см³ 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 концентрация пыли определяется с помощью весового метода, который основан на протягивании запыленного воздуха через фильтр. Зная массу фильтра до и после отбора пробы, а также количество протянутого воздуха можно определить содержание пыли в единице объема воздуха (мг/м³).

Экспериментальная установка

Общий вид экспериментальной установки для определения запыленности воздуха показан на рис.2.

Для отбора пробы запыленный воздух нужно пропустить через фильтр, закрепленный в аллонже. В зависимости от вида фильтра аллонжи изготавливаются из металла, пластмассы и стекла. Используемые фильтры АФМ-В-18 (АФМ-В-10) – аналитические фильтры аэровольные, где В - весовой метод; цифры 10 и 18 - фильтрующая поверхность в см². Фильтр АФМ состоит из фильтрующего элемента, представляющего собой слой равномерно уложенных ультратонких волокон из полимеров на марлевой прокладке или без нее.

Побудителем движения воздуха является аспиратор, который включается в сеть переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В, число одновременно отобранных проб – 4, из которых 2 отбираются со скоростью прохождения от 1 до 20 л/мин; а две пробы со скоростью прохождения воздуха от 0,1 до 1,0 л/мин. При отсутствии аспиратора можно использовать пылесос, воздуходувку или вакуум-насос с приборами для измерения и регулирования скорости движения воздуха.

Для измерения и регулирования скорости движения воздуха предназначены пневматические ротаметры.

Пневматические ротаметры представляют собой вертикальную стеклянную трубку, слегка расширенную кверху, через которую снизу вверх протягивает воздух.

В трубке имеется легкий поплавок, который поднимается в потоке движущегося воздуха на определенную высоту, зависящую от скорости просасывания воздуха.

Стеклянная трубка ротаметра укреплена на панели и имеет шкалу, градуированную в литрах в минуту.

Необходимая скорость прохождения воздуха регулируется ручкой 7.

Отсчет скорости прохождения воздуха производится по шкалам, по верхнему краю поплавка.

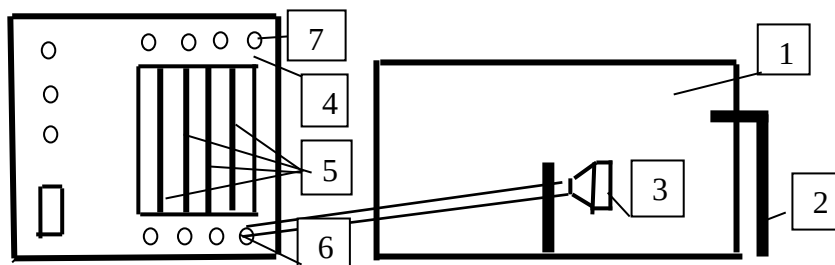


Рис. 2 Установка для определения запыленности воздуха

1 - пылевая камера; 2 - трубка для засасывания пыли; 3 – аллонж; 4 – аспиратор; 5 – ротаметры; 6 – штуцер для присоединения трубок; 7 – ручки вентилялей для регулирования скорости отбора проб.

Обработка результатов измерений

Для определения концентрации пыли в воздухе необходимо определить объем воздуха, протянутый через фильтр, и приведенный к нормальным условиям, т.е. к объему который бы он занимал при температуре 0°C и давлении 760 мм.рт.ст.

Определение объема воздуха, приведенного к нормальным условиям, производится по формуле:

$$V_o = \frac{V_t \cdot 273 \cdot P}{760 \cdot (273 + t) \cdot 1000}, \text{ м}^3; \quad (1)$$

где V_o – объем воздуха приведенный к н.у., м^3 ;

V_t – объем воздуха протянутый через фильтр при температуре $t^{\circ}\text{C}$ и давлении P , (V_t равен произведению расхода воздуха через ротаметр, л/мин, на время протягивания воздуха, мин), л;

P – барометрическое давление в момент отбора пробы (мм.рт.ст.);

t – температура во время опыта, $^{\circ}\text{C}$.

Определение концентрации пыли, по результатам замеров, производится по формуле:

$$K = \frac{q_2 - q_1}{V_o}, \text{ мг/м}^3; \quad (2)$$

где K – весовая концентрация пыли, мг/м^3 ;

q_1 – вес фильтра до опыта, мг;
 q_2 – вес фильтра после опыта, мг;
 V_o – объем воздуха приведенный к н.у., м³.

Результаты расчетов записываются в таблицу 2.

Таблица 2

№ опыта		
Температура воздуха в помещении, t °С		
Барометрическое давление, Р мм.рт.ст.		
Вес фильтра, мг	до отбора пробы q_1	
	после отбора пробы q_2	
Расход воздуха через ротаметр, л/мин		
Время замера, мин		
Объем воздуха протянутого через фильтр, V_t м ³		
Объем воздуха приведенного к н.у., V_o м ³		
Концентрация пыли в воздухе, К мг/м ³		
Предельно допустимая концентрация пыли, ПДК мг/м ³		

После расчета концентрации пыли в воздухе произвести гигиеническую оценку запыленности воздушной среды путем сопоставления с требованиями СН-245-71 о предельно допустимой концентрации пыли в воздухе.

Содержание отчета

1. Цель работы
2. Применяемые приборы и оборудования
3. Протокол измерений, расчет концентрации пыли по приведенным формулам, определение дисперсности пыли
4. Выводы: гигиеническая оценка запыленности воздуха и рекомендации по улучшению состояния воздушной среды.

Контрольные вопросы

1. Классификация пыли по различным признакам.
2. Что такое ПДК?
3. Гигиеническая оценка запыленности воздуха.
4. Воздействие пыли на организм человека.
5. Профессиональные заболевания, вызываемые воздействием пыли.
6. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
7. Классификация вредных веществ по степени воздействия.
8. Методы определения запыленности.
9. Правила отбора проб для определения запыленности.
10. Средства защиты от пыли.
11. Для чего нужны ротаметры?

12. Класс опасности по ПДК

13. Виды отравлений

Библиографический список

1. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
2. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
3. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л., Сердюк Н.И. «Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). – М.: Высшая школа, 2001. – 317 с.
4. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов/кол.авторов; под ред. д-ра техн. наук, проф. А. И. Сидорова. – М.: КНОРУС, 2007-496с.