

## **Лабораторная работа №5**

Оценка влияния пыли на организм

(Продолжительность практической работы – 4 часа)

### **Цель работы**

Изучить механизмы воздействия производственной пыли на организм человека, принципы нормирования и методы гигиенической оценки производственной пыли, принципы разработки профилактических мероприятий.

### **Теоретическое введение**

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. Многочисленные технологические процессы и операции в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве сопровождаются образованием и выделением пыли, ее воздействию могут подвергаться большие контингенты работающих. В горнорудной промышленности значительное количество пыли возникает во время бурения и при взрывных работах, в угольной — при работе комбайнов и породопогрузочных машин, при сортировке угля и т. д. На обогатительных фабриках пыль поступает в воздух при дроблении и размоле породы. Вся промышленность строительных материалов связана с процессами дробления, помола, смешения и транспортировки пылевидного сырья и продукта (цемент, кирпич, шамот, диас и др.). В машиностроительной промышленности процессы пылеобразования имеют место в литейных цехах при приготовлении формовочной земли, при выбивке, обдирке, обдувке форм и очистке литья, а также в механических дохах — главным образом при шлифовке и полировке изделий. Многие процессы в металлургии, электросварочные работы, плазменная и электроискровая обработка металла сопровождаются выделением в воздух пыли и паров, конденсирующихся в аэрозоли. При неполном сгорании топлива в воздух рабочих мест наряду с продуктами возгонки и смолистыми веществами могут поступать копоть и сажа, также представляющие собой аэрозоли в виде дыма и пыли. В химической промышленности многие процессы также связаны с пылеобразованием. В сельском хозяйстве промышленная пыль образуется при рыхлении и удобрении почвы, использовании порошкообразных пестицидов, очистки зерна и семян, хлопка, льна и др. Пыль выводит из строя оборудование, снижает качество продукции, уменьшает освещенность производственных помещений, уносит с выбросами ценные материалы, может быть причиной взрывов. Производственная пыль в зависимости от ее характера может быть причиной возникновения профессиональных пылевых заболеваний легких, поражения глаз, кожи или причиной острых и хронических отравлений. Борьба с пылью важная гигиеническая и социально-экономическая задача. В РФ предусмотрена система

государственных мероприятий по борьбе с производственной пылью и профилактике профессиональных пылевых заболеваний легких. В этом деле достигнуты определенные успехи - значительно улучшились условия труда рабочих, практически не встречается выраженных форм фиброзного поражения легких, увеличилась продолжительность работы без возникновения начальных признаков заболеваний. Однако в связи с распространенностью производственной пыли и существованием определенных трудностей в борьбе с ней проблема продолжает оставаться весьма актуальной.

### **Понятие и классификация пыли**

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей мкм. Пыль представляет собой аэрозоль, т. е. дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой — воздух.

Производственную пыль классифицируют по: происхождению, способу образования и размерам частиц (дисперсности), по характеру действия пыли на организм.

1. По происхождению пыль разделяют на

- А. органическую
- В. неорганическую
- С. смешанную.

Органическая пыль может быть

- естественной, животного или растительного происхождения (древесная, хлопковая, льняная, джутовая, костяная, шерстяная и др.),
- искусственной — пыль пластмасс, резины, смол, красителей и других синтетических продуктов.

Неорганическая пыль может быть

- минеральной (кварцевая, силикатная, асбестовая, цементная, наждачная, фарфоровая и др.)
- металлической (цинковая, железная, медная, свинцовая, марганцевая).

К смешанным видам пылей относятся пыли, образующиеся в металлургической промышленности, во многих химических и других производствах.

2. В зависимости от способа образования различают

- А. аэрозоли дезинтеграции - образуются при механическом измельчении, дроблении и разрушении твердых веществ (бурение, размол, взрыв пород и др.), при механической обработке изделий (очистка литья, полировка и др.).

В. аэрозоли конденсации - конденсации образуются при термических процессах возгонки твердых веществ (плавление, электросварка и др.) вследствие охлаждения и конденсации паров металлов и неметаллов, в частности полимерных материалов — пластмасс, в результате термической обработки которых образуются парогазоаэрозольные смеси, содержащие твердые, жидкие частицы, газы и пары сложного химического состава. Нередко встречаются аэрозоли, дисперсная фаза которых содержит частицы, образующиеся как при измельчении, так и конденсации паров (шлифовальнополировальные, заточные работы и др.).

3. По дисперсности:

А. видимая пыль (свыше 1 микрон )

В. микроскопическая пыль (10 – 0,25 микрон)

С. ультрамикроскопическая пыль (менее 0,25 микрон)

4. По характеру действия пыли на организм:

А. фиброгенное

В. канцерогенное

С. аллергенное (сенсibiliзирующее)

Д. гонадотропное

### **Методы оценки влияния пыли на организм человека**

Методы гигиенического исследования (отбор проб, их количественная и качественная оценка, применяемая аппаратура) указанных видов аэрозолей имеют определенные различия. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (пылиАПФД) могут вызывать профессиональные заболевания легких — пневмокониозы, пылевые бронхиты, а также др. хронические заболевания органов дыхания. Механизм первичной задержки частиц в органах дыхания определяется инерционным и гравитационным осаждением, а также диффузией.

В нашей стране гигиенические регламенты содержания пыли установлены по гравиметрическим (весовым) показателям, выраженным в миллиграммах на кубический метр (мг/м<sup>3</sup>), характеризующим всю массу присутствующей в зоне дыхания пыли.

Большинство стран перешло на регламентацию содержания пыли. в воздухе рабочей зоны по массе, однако с учетом только ее т. н. респираторной фракции (получаемой в результате предварительного отделения "грубой" фракции от "тонкой" — респираторной

— в циклонах двухступенчатых гравиметров). Это связано с тем, что пылевые частицы аэрозолей дезинтеграции размером от 1—2 до 5—8 мкм и частицы аэрозолей

конденсации размером менее 0,3—0,4 мкм отличаются наибольшей способностью к задержке в легких.

Приборы для пылевого контроля условно можно разделить на пылеотборники (устройства для отбора проб витающей пыли.) и пылемеры (приборы для измерения концентрации пыли. в воздухе). Разнообразные методы и средства контроля запыленности воздуха рабочей зоны могут быть разделены на 2 группы: прямые методы с выделением дисперсной фазы (фильтрация, электро- или термопреципитация, инерционное осаждение) в пылеотборниках с последующим взвешиванием массы пыли.; косвенные методы (без выделения дисперсной фазы или с выделением ее на подложку), обеспечивающие определение массовой концентрации пыли. в пылемерах.

При косвенном контроле используют следующие методы:

1.радиационно-оптический (поглощение или рассеивание света взвешенными частицами без выделения фазы из среды);

2.радиоизотопный (измерение запыленности воздуха гл. обр. по степени поглощения Д-частиц от изотопа  $^{14}\text{C}$  осажденной на фильтр или др. подложку пыли.);

3.электрический или электронный (принцип измерения зарядов частиц пыли. При расчете электрических импульсов от заряженных частиц, поступающих в датчик);

4.депреометрический (определение сопротивления фильтра в зависимости от количества отфильтрованной пыли.);

5.пьезометрический (измерение частоты колебаний пьезоэлектрической пластины в зависимости от количества осажденной на нее пыли.) и др.

В приборах, используемых для косвенного измерения, величина ошибки зависит как от измеряемой массы пылевых частиц, так и от ее дисперсного и химического состава (оптические, электрометрические методы). Наибольшей точностью обладают радиоизотопные приборы, в которых поглощение частиц пропорционально массе пыли, поэтому их показания мало зависят от характеристик аэрозолей. Появились пьезометрические приборы, основанные на применении методов и законов нелинейной оптики, обладающие высокой чувствительностью, необходимой для измерения небольших концентраций пыли в воздухе.

Гигиенический пылевой контроль может быть периодическим (кратковременное разовое измерение концентрации пыли) или постоянным, осуществляемым с помощью автоматических приборов и систем или индивидуальных пылеотборников. Для технического контроля применяют, кроме того, экспресс-пылемеры — портативные приборы, измеряющие концентрацию пыли за период, не превышающий 5 мин.

Существует 2 типа автоматических пылеизмерительных приборов и систем:

автоматические пылеотборники и автоматические пылемеры. Последние измеряют запыленность воздуха как без выделения фазы из среды (электрические и оптические), так и с выделением ее на какую-л. подложку (радиоизотопные и оптические). Работа этих приборов основана на косвенных методах изучения воздуха. Преимущества заключаются в непрерывном измерении уровня запыленности, определении пиковых и средних за смену (неделю) концентраций. Весьма перспективна разработка автоматических систем с дистанционной передачей информации на диспетчерский пункт и автоматическим управлением режимами работы средств борьбы с пылью.

Индивидуальные пылеотборники представляют собой приборы для оценки пылевой нагрузки (ПН). Достоинствами этих приборов является возможность оценить среднесменные значения уровней запыленности воздуха, вдыхаемого работниками, и ПН за смену. К недостаткам относятся невозможность произвести замеры пиковых и истинных концентраций П. на рабочих местах и у источников пылеобразования, а также дополнительная физическая нагрузка на работника (наличие у него прибора).

Возможность установления критериев вредности по ПН позволяет индивидуальным пылеотборникам занять место в системе пылевого контроля наряду с автоматическими пылемерами.

В случае превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли расчет ПН обязателен по Руководству Р 2.2.755—99. ПН на органы дыхания рабочего — это реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую работник вдыхает за весь период фактического или предполагаемого профессионального контакта с фактором.

ПН рассчитывают исходя из фактических  $K_{cc}$  АПФД в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции (зависящего от тяжести труда) и продолжительности контакта с пылью:

$$ПН = K_{cc} \cdot N \cdot T \cdot Q, \quad (1)$$

где  $K_{cc}$  — фактическая среднесменная концентрация в зоне дыхания работника;

$N$  — число рабочих смен в календарном году (напр., 248);

$T$  — количество лет контакта с АПФД;

$Q$  — объем легочной вентиляции за смену,  $m^3$ .

Усредненные величины объема легочной вентиляции используют согласно СанПиН 2.2.4.548—96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений". Они зависят от уровня энергозатрат и категории работ. Установлены следующие величины объема легочной вентиляции за смену,  $m^3$  для работ:

категории Ia — Ib - 4

категории IIa — IIб - 7

категории III - 10

ПН можно рассчитать за любой период работы в контакте с пылью для получения фактической или прогностической величины.

Значение Ксс зависит от места работы работника на производстве. Все значения Ксс приведены в таблице 1.

**Таблица 1. Значение Ксс в зависимости от места работы работника**

	Наименование цеха производства и его значение Ксс, мг/ м3			
	Цех прямого контакта с пылью	Очистной цех	Цех переработки	Цех выбросов и отходов производства
Значение Ксс	0,46	0,12	0,24	0,3

Полученные значения фактической ПН сравнивают с величиной контрольной пылевой нагрузки (КПН), значение которой рассчитывают в зависимости от фактического или предполагаемого стажа работы, ПДК и категории работ:

$$КПН = ПДК_{Ксс} \cdot N \cdot T \cdot Q, \quad (2)$$

где ПДК<sub>Ксс</sub> — среднесменная ПДК, мг/м<sup>3</sup>;

N — число рабочих смен в календарном году;

T — количество лет контакта с АПФД;

Q — объем легочной вентиляции за смену, м<sup>3</sup>

Значение ПДК<sub>Ксс</sub> зависит от места работы работника на производстве. Эти значения приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Значение ПДК<sub>Ксс</sub> в зависимости от места работы работника**

	Наименование цеха производства и его значение ПДК <sub>Ксс</sub> , мг/ м3			
	Цех прямого контакта с пылью	Очистной цех	Цех переработки	Цех выбросов и отходов производства
ПДК <sub>Ксс</sub>	0,86	0,25	0,45	0,6

Класс условий труда и степень вредности при профессиональном контакте с АПФД определяют исходя из фактических величин Ксс АПФД и кратности превышения ПДК<sub>Ксс</sub>.

Дополнительным показателем степени воздействия АПФД на органы дыхания работников являются ПН за весь период реального или предполагаемого контакта с фактором. При соответствии фактической ПН контрольному уровню пылевой нагрузки УТ относятся к допустимому классу; подтверждается безопасность продолжения работы в

тех же условиях. Кратность превышения КПН указывает на класс вредности УТ по данному фактору.

Необходимо рассчитать стаж работы (Т1), при котором ПН не будет превышать КПН. Рекомендуется определять КПН за средний рабочий стаж, равный 25 годам. В тех случаях, когда продолжительность работы более 25 лет, расчет следует производить исходя из реального стажа работы.

$$T1 = \text{КПН}_{25} / K_{\text{ср}} \cdot N \cdot Q, \quad (3)$$

где Т1 — допустимый стаж работы в данных условиях;

КПН<sub>25</sub> — контрольная ПН за 25 лет работы в условиях соблюдения ПДК;

N — количество смен в календарном году;

K<sub>ср</sub> — фактическая среднесменная концентрация;

Q — объем легочной вентиляции за смену.

Значение КПН<sub>25</sub> зависит от места работы работника на производстве. Эти значения приведены в таблице 3.

	Наименование цеха производства и его значение КПН <sub>25</sub> , мг/ м <sup>3</sup>			
	Цех прямого контакта с пылью	Очистной цех	Цех переработки	Цех выбросов и отходов производства
КПН <sub>25</sub>	0,56	0,15	0,32	0,44

При неблагоприятных условиях труда для профилактики профессиональных заболеваний следует проводить мероприятия по сохранению здоровья работников, уменьшать время воздействия вредных факторов. Для компенсации дефицита или отсутствия легких ионов в производственных, служебных, бытовых помещениях либо в терапевтических целях в лечебно-профилактических учреждениях используется искусственная ионизация воздуха.

Рабочее задание

1. Внимательно прочитать данное методическое руководство.
2. Самостоятельно подсчитать пылевую нагрузку, контрольную пылевую нагрузку и количество лет, проработанных в определенных условиях.
3. Провести подсчет еще нескольких испытуемых.
4. Составить гистограмму величин по каждому значению. Анализ материала и построение гистограммы рекомендуется выполнить на персональном компьютере в программе Microsoft Excel.
5. Оформить отчет по проделанной работе в соответствии с требованиями.

6. Ответить на контрольные вопросы, приведенные в конце данного методического руководства.

### **Требования к оформлению отчета по практической работе**

Отчет должен содержать:

1. Название и цель практической работы.
2. Краткое описание методов расчета.
3. Предоставить таблицу величины пылевой нагрузки, контрольной пылевой нагрузки и количество лет, проработанных в определенных условиях.

Величина	Номер испытуемого				
	1	2	3	4	5
ПН					
КПН					
T1					

4. Гистограмму величин по каждому значению величин.
5. Анализ полученных результатов и выводы по практической работе.

### **Домашнее задание**

1. Рассчитать пылевую нагрузку людей разного возраста.
2. Сравнить полученные данные с полученными данными в ходе практической работы.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем опасна пыль для организма человека?
2. Сколько типов автоматических пылеизмерительных приборов и систем вы знаете? Какие?
3. Дайте основное понятие производственной пыли.
4. Перечислите методы и приемы определения влияния пыли на организм человека.
5. Перечислите классы, на которые подразделяется производственная пыль.