



Санитарно- гигиеническое обеспечение производственной безопасности

Лекция 5

Тема лекции 5. **Промышленные аэрозоли.**



План лекции

1. **Ознакомление с классификацией производственной пыли.**
2. **Определение гигиенического значения физико-химических свойств пыли.**
3. **Действие пыли на организм работающего.**
4. **Организация мероприятий по борьбе с пылью.**
5. **Защита временем при воздействии аэрозолей, преимущественно фиброгенного действия (АПФД).**
6. **Приборы и методы определения запыленности.**

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.



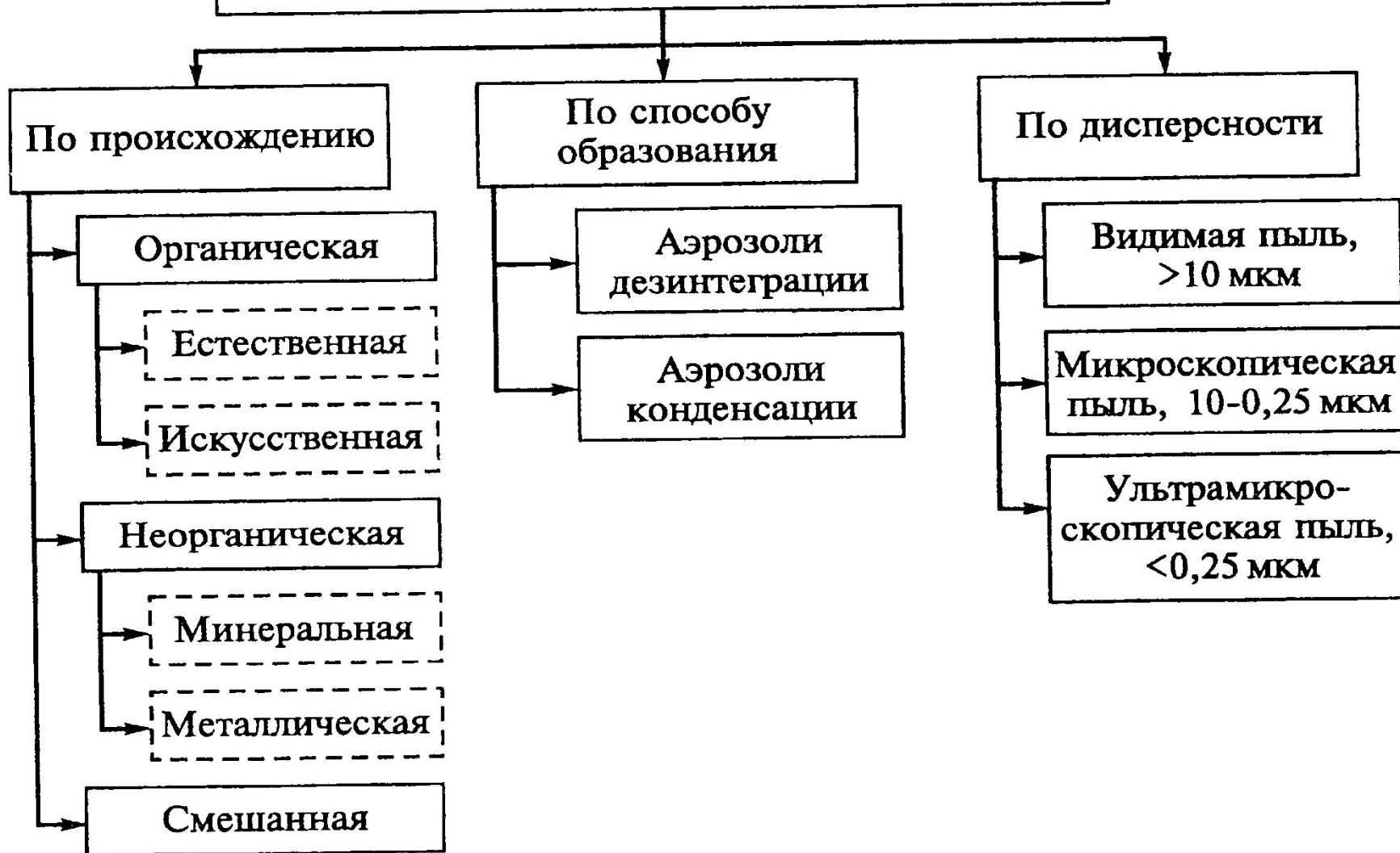
МикроМикрометр (мк (мкм (мкм, от греч. (мкм, от греч. μικρός — маленький и μέτρον — мера, измерение) — единица измерения (мкм, от греч. μικρός — маленький и μέτρον — мера, измерение) — единица измерения длины, равная одной миллионной доле метра (10^{-6} метра или 10^{-3} миллиметра). Также в 1879—1967 годах официально использовалось название микрон (мк) (ныне устарело).

1 мкм = 0.001 мм 1 мкм = 0.001 мм = 0.0001 см 1 мкм = 0.001 мм = 0.0001 см = 0.000001 м

Для лучшего представления этой единицы длины можно привести некоторые данные: толщина эритроцита составляет 7 мкм, толщина волоса (для жителей России) — в среднем



Классификация производственной пыли



Органическая пыль может быть естественной, животного или растительного происхождения (древесная, хлопковая, льняная, костяная, шерстяная, др.) и искусственной – пыль пластмасс, резины, смол, красителей и других синтетических веществ.











- **Пластмáссы** (пластíческие мáссы) или **пла́стики** — органические — органические материалы, основой которых являются синтетические или природные высокомолекулярные соединения (полимеры).
- Производство синтетических пластмасс основано на реакциях низкомолекулярных исходных веществ, выделяемых из угля
- Производство синтетических пластмасс основано на реакциях низкомолекулярных исходных веществ, выделяемых из нефти
- Производство синтетических пластмасс основано на реакциях низкомолекулярных исходных веществ, выделяемых из угля,

Неорганическая пыль может быть минеральной (кварцевая, силикатная, асбестовая, цементная, наждачная, фарфоровая) и металлической (цинковая, железная, медная, свинцовая, марганцевая).



Смешанная пыль состоит из минеральных и металлических частиц (пыль железа и кремния), органическая и неорганическая (пыль злаков и почвы).

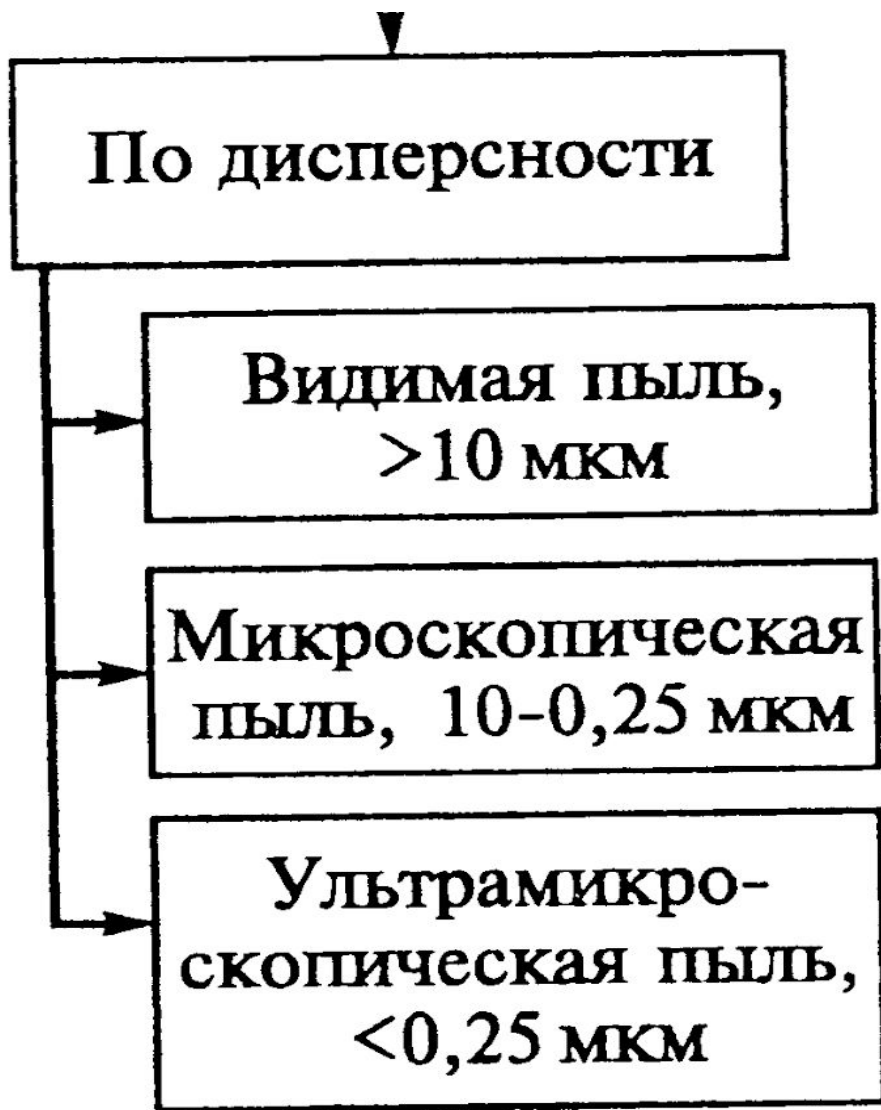


Аэрозоли дезинтеграции образуются при механическом измельчении, дроблении и разрушении твердых веществ (бурение, дробление, размол).



Аэрозоли конденсации образуются при термических процессах возгонки твердых веществ (плавление, электросварка).





Быстро выпадающая из воздуха

Медленно выпадающая из воздуха

Длительно витающая в воздухе по законам броуновского движения

Гигиеническое значение физико-химических свойств пыли.

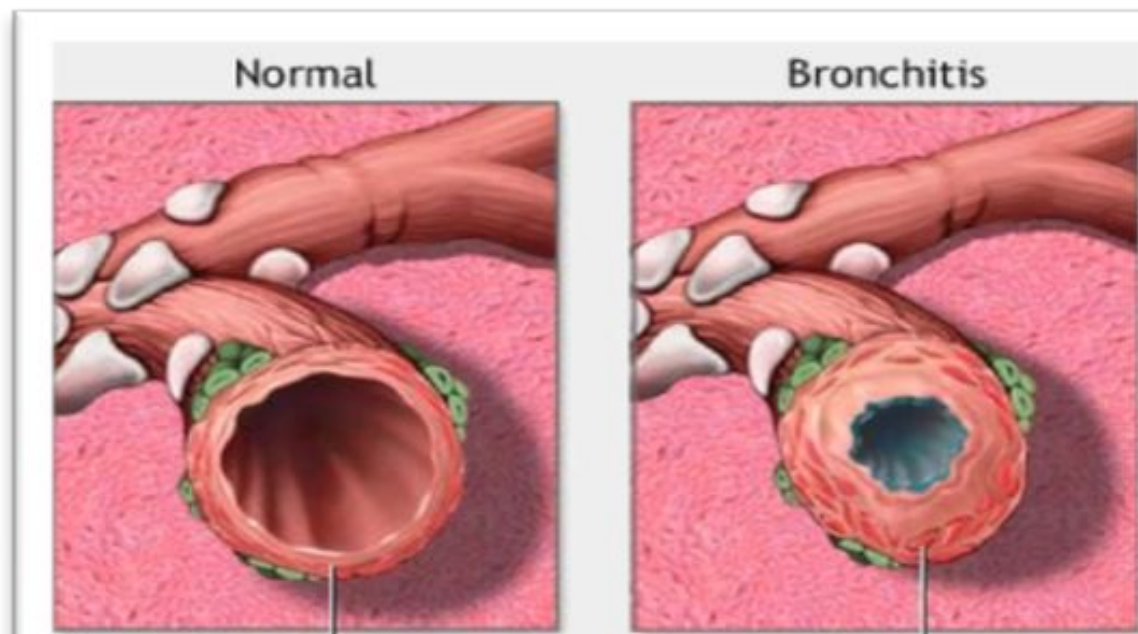
Химический состав пыли.

В зависимости от состава пыль может оказывать на организм **фиброгенное, раздражающее, токсическое, аллергическое действие.**

Пыль некоторых веществ и материалов (стекловолокна, слюды и др.) оказывает **раздражающее действие на верхние дыхательные пути, слизистую оболочку глаз, кожи.**

Пыли токсичных веществ (свинца, хрома, бериллия и др.), попадая через легкие в организм человека, оказывают характерное для них **токсическое действие** в зависимости от их физико-химических и химических свойств.

Фиброгенным называется такое действие пыли, при котором в легких происходит разрастание соединительной ткани, нарушающее нормальное строение и функции органа.



Растворимость пыли, зависящая от ее химического состава, может иметь как положительное, так и отрицательное гигиеническое значение.

Если пыль не токсична, как, например, сахарная, то хорошая растворимость такой пыли - благоприятный фактор, который способствует быстрому удалению ее из легких.

В случае токсичной пыли (никеля, бериллия) хорошая растворимость сказывается отрицательно, так как в этом случае токсичные вещества попадают в кровь и приводят к быстрому развитию явлений отравления.

Нерастворимая, в частности, волокнистая пыль надолго задерживается слизистой оболочкой дыхательных путей, нередко приводя к патологическому состоянию.

Дисперсность производственной пыли имеет большое гигиеническое значение, так как от размера пылевых частиц зависит длительность пребывания пыли в воздухе и характер воздействия на органы дыхания. **В легкие при дыхании проникает пыль размером от 0,2 до 5 мкм.** Более крупные пылинки задерживаются слизистой оболочкой верхних дыхательных путей, а более мелкие - выдыхаются.

От величины частиц зависит степень фиброгенного действия пыли. С повышением дисперсности степень биологической агрессивности пыли увеличивается до определенного предела, а затем уменьшается. Наибольшей фиброгенной активностью обладают аэрозоли дезинтеграции с размером пылинок от 1... 2 до 5 мкм и аэрозоли конденсации с частицами менее 0,3... 0,4 мкм.

Взрывоопасность является важным свойством некоторых пылей. Пылевые частицы, сорбируя кислород воздуха, становятся легко воспламеняющимися при наличии источников зажигания. Известны взрывы каменноугольной, сахарной, мучной пыли. Способностью взрываться и воспламеняться при наличии источника зажигания обладают также крахмальная, сажевая, алюминиевая, цинковая и некоторые другие виды пылей.



Электрoзаряженность пылевых частиц влияет на устойчивость аэрозоля и его биологическую активность. В момент образования пыли (бурение, дробление, измельчение твердых веществ) большинство частиц (85-95%) приобретает электрический заряд обоих знаков - положительный и отрицательный.

Часть пыли заряжается за счет адсорбции ионов из воздуха, а также в результате трения частиц в пылевом потоке. Величина наведенных зарядов различна и зависит от размеров, условий образования и массы частиц. Установлено, что крупные пылинки несут больший заряд. Наличие разноименно заряженных частиц пыли приводит к укрупнению и выпадению частиц пыли из воздуха.

Установлено, что **пылинки, несущие электрический заряд, несколько дольше задерживаются в организме. Аэрозоли дезинтеграции имеют большую величину заряда, чем аэрозоли конденсации.**

Адсорбционные свойства пыли находятся в зависимости от дисперсности и суммарной поверхности. Чем меньше раздроблено вещество, тем больше его суммарная поверхность и адсорбционная активность. Пыль может быть носителем микробов, грибов, клещей. Описаны легочные формы сибирской язвы у рабочих, вдыхающих пыль шерсти.



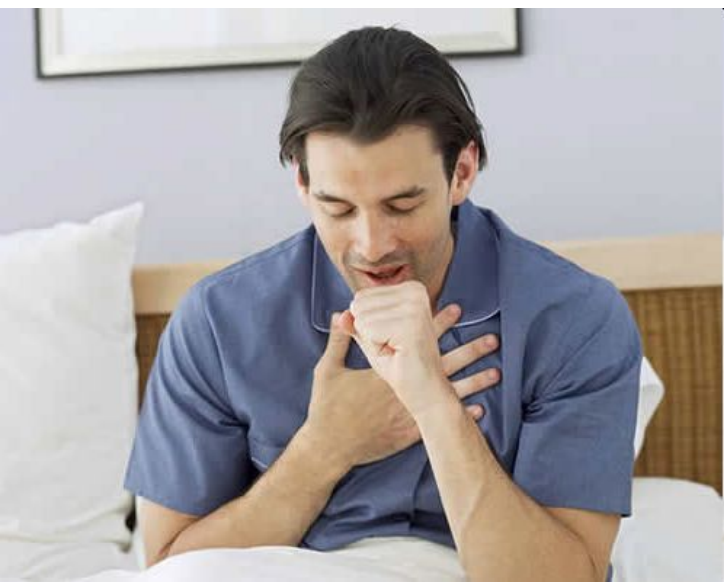


Действие пыли на организм работающего.

Профессиональные заболевания под действием пыли относятся к числу наиболее тяжелых и распространенных во всем мире профессиональных заболеваний.

Основными пылевыми профессиональными заболеваниями являются **пневмокониозы, хронический бронхит и заболевания верхних дыхательных путей.**

Производственная пыль может быть причиной возникновения не только заболеваний дыхательных путей, но и **заболеваний глаз (конъюнктивиты) и кожи (шелушение, огрубление, экземы, дерматиты).**



Пневмокониоз (от греч. pneimon - лёгкие и konia - пыль) (легочный пылевой фиброз) - хроническое профессиональное заболевание легких, характеризующееся развитием фиброзных изменений в результате длительного ингаляционного воздействия фиброгенных производственных аэрозолей.

Заполните таблицу по материалам методического пособия

Название пневмо- кониоза	Состав пыли	Описание промышленности	Симптомы пневмокониоза	Ослож- нения
--------------------------------	----------------	----------------------------	---------------------------	-----------------

Название пневмокониоза	Силикоз
Состав пыли	Кварцевая пыль, содержащая свободный диоксид кремния – SiO_2
Описание промышленности	горнорудная промышленность



Симптомы пневмокониоза	Силикоз сопровождается нарушением функции дыхания (одышка, кашель, боли в груди), развитием хронического бронхита, изменением обменных процессов, нарушением деятельности центральной системы.
------------------------	---

Осложнения	Наиболее частое осложнение - туберкулез
------------	--

Название
пневмокониоза

Силикатоз

Состав пыли

пыли силикатов - солей кремневой кислоты (асбестоз, талькоз, каолиноз и т.д.) /пыли содержащей двуокись кремния в связанном с другими элементами (Mg, Ca, Al, Fe) состоянии/.

Описание
промышленности

при добыче, обработке, разрыхлении, смешении, транспортировке ископаемых, производстве резины, цемента и др.

Симптомы
пневмокониоза

более доброкачественное и мало прогрессирующее течение, чем при силикозе

Осложнения

хронический бронхит

Название
пневмокониоза

асбестоз

Состав пыли

пыль силиката магния(асбеста)

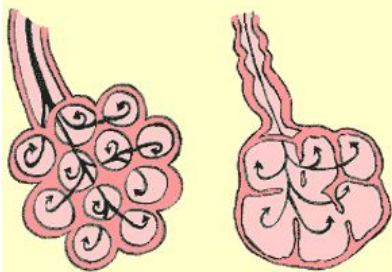
Описание
промышленности

применяется в строительстве, автомобильной промышленности, для изготовления защитных костюмов (пожарникам) и др.

Симптомы
пневмокониоза

первые симптомы появляются не ранее чем через 3-5 лет после начала работы в условиях воздействия асбестовой пыли: **вдыхание пыли асбеста может вызвать утолщение плевры - оболочки, охватывающей легкие; также выявляются признаки эмфиземы легких.**

Строение альвеол
в норме и при эмфиземе



Здоровое легкое

Эмфизема

Осложнения

асбестоз осложняется хронической пневмонией, туберкулезом, раком легких

Название пневмокониоза	Талькоз
Состав пыли	тальк - магниевый силикат
Описание промышленности	текстильная, резиновая, бумажная, парфюмерная, керамическая отрасли промышленности,



Симптомы пневмокониоза

симптомы развиваются у контактирующих с тальком в течении 15... 20 лет, течение талькоза доброкачественное

Осложнения

Талькоз нередко осложняется хроническими бронхитами

Название
пневмокониоза

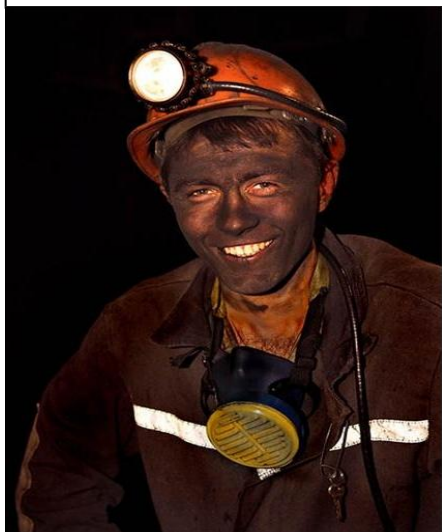
Карбокониоз

Состав пыли

**углеродсодержащих видов пыли —
каменного угля, кокса, сажи, графита**

Описание
промышленности

**добыча каменного угля, переработка
кокса, сажи, графита**



Наблюдается постоянный и более
выраженный кашель с выделением
слизистой мокроты, которая иногда
приобретает темную окраску вследствие
содержания в ней частиц угольной пыли

Симптомы
пневмокониоза

Осложнения

хронический бронхит

<p>Название пневмокониоза</p>	<p>Металлокониозы: сидероз, алюминоз</p>	
<p>Состав пыли</p>	<p>пыль металлов и их оксидов: железа, алюминия и др.</p>	
<p>Описание промышленности</p>		<p>сидероз встречается, у рабочих доменных печей, алюминоз - у рабочих электролизных цехов по получению алюминия из бокситов и работающих с порошкообразным алюминием</p>
<p>Симптомы пневмокониоза</p>		<p>металлокониозы характеризуются медленным развитием легочного фиброза, анемия</p>
<p>Осложнения</p>		<p>Хронический бронхит, заболевания крови</p>

<p>Название пневмокониоза</p>	<p><i>Пневмокониозы от смешанной пыли - электросварочный пневмокониоз</i></p>
<p>Состав пыли</p>	<p>сварочный аэрозоль, содержащий оксид железа, соединения марганца или фтора</p>
<p>Описание промышленности</p>	<p>газорезка, сварные работы, прокат стали</p>
	
<p>Симптомы пневмокониоза</p>	<p>одышка при значительном физическом напряжении и сухой кашель</p>
<p>Осложнения</p>	<p>бронхиальная астма</p>

Название
пневмокониоза

Состав пыли

Пневмокониозы от органической пыли: растительного (биссиноз от пыли хлопка и льна), животного и синтетического происхождения (пыль пластмасс).

Описание
промышленности

хлопкоочистительные и хлопкопрядильные фабрики, льнокомбинаты, животноводство



Симптомы
пневмокониоза

затруднение дыхания, одышка при физическом напряжении, кашель / в начале эти симптомы отмечаются только после перерыва — «симптом понедельника», а в дальнейшем они становятся постоянными/

Осложнения

стойкие нарушения бронхолегочного аппарата и сердечная недостаточность

<p>Название пневмокониоза</p>	<p><i>Бериллиоз</i></p>
<p>Состав пыли</p>	<p>пыль бериллия и его соединений, отличающихся особой агрессивностью</p>
<p>Описание промышленности</p>	<p>машиностроении, реакторостроении, при производстве электронной аппаратуры, радиоламп, рентгеновских трубок и т.д.</p>
<p>Симптомы пневмокониоза</p>	<p>общетоксическое, раздражающее, аллергическое, канцерогенное действие /первые проявления интоксикации могут наступать в различные сроки контакта — от нескольких дней до 10 лет и более, иногда для развития заболевания достаточно очень короткого, даже случайного (не более 20 минут) контакта, например, при сборе металлолома/</p>
<p>Осложнения</p>	<p>тяжелые случаи заболевания, нередко со смертельным исходом, встречаются даже у живущих на расстоянии 1... 2 км от бериллиевого производства</p>

- Организация мероприятий по борьбе с пылью, осуществляется комплексом санитарно -гигиенических, технологических, организационных и медико-биологических мероприятий:

■ Основой проведения мероприятий по борьбе с пылью является гигиеническое нормирование содержания аэрозолей в воздухе рабочей зоны. Так, например, для аэрозолей, способных вызвать выраженный пневмокониоз, ПДК не превышает 1...2 мг/м³; для аэрозолей, оказывающих фиброгенное действие средней выраженности, — 4... 6 мг/м³, для аэрозолей с незначительной фиброгенностью — 8... 10 мг/м³.

Уровень допустимого содержания пыли с выраженным токсическим действием для большинства веществ значительно меньше 1 мг/м³. В настоящее время установлены ПДК более чем для 100 видов пыли, оказывающих фиброгенное действие.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны - концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение **8 ч** или при другой продолжительности, но не более **40 ч** в неделю, в течение всего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений, ПДК, мг/м.³

До недавнего времени ПДК химических веществ оценивали как максимальные разовые ПДК_{мр}. Превышение их даже в течение короткого времени запрещалось.

Максимальная разовая величина ПДК – концентрация вредного вещества при выполнении операций, сопровождающихся максимальным выделением вещества в воздух рабочей зоны, усредненная по результатам непрерывного или дискретного отбора проб воздуха за 15 мин для химических веществ и 30 мин. для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

В последние годы для веществ, обладающих кумулятивными свойствами (медь, ртуть, свинец и его неорганические соединения, пыль металлической сурьмы, оксид кадмия и др.) для гигиенического контроля введена вторая величина —

Среднесменная концентрация ПДКсс. Это средняя концентрация, полученная при непрерывном или периодическом отборе проб воздуха при суммарном времени **не менее 75% продолжительности рабочей смены** или **средневзвешенная концентрация** в течение всей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания.




Цифровые пылемеры и счётчики частиц Grimm 1.100

Профессиональные приборы Grimm 1.101 и 1.104 предназначены для одновременного измерения весовой концентрации вдыхаемой пыли согласно EN-481 см. рисунок) в диапазоне от 1 до 65'000 мкг/м³.



2-х и 4-х канальные
пробоотборные устройства
(аспираторы) ПУ-2Э, ПУ-4
ПУ-2Э, ПУ-4Э 2-х и 4-х канальные
электрические переносные
пробоотборные устройства
предназначены для
автоматического отбора проб газов
и аэрозолей (в воздухе рабочей
зоны, атмосферном воздухе и
промышленных выбросах) при
проведении санитарного и
экологического контроля.



В борьбе с образованием и распространением пыли наиболее эффективны **технологические мероприятия**. К ним относятся:

- внедрение непрерывной технологии производства, при которой отсутствуют ручные операции;
- автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением пыли;

- **обработка пылящих материалов во влажном состоянии**, например, внедрение мокрого бурения в горнорудной и угольной промышленности (бурение с промывкой канала водой);
- **дистанционное управление;**
- **устройство местных вентиляционных отсосов, вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции.**



Частыми видами работ, при которых наблюдается интенсивное загрязнение воздуха пылью, являются транспортировка, погрузка, разгрузка и затаривание сухих, пылящих материалов. Улучшение условий труда при этих процессах достигается **переходом на закрытые способы транспортировки и механизацию отдельных операций**. Пневмотранспорт, т.е. перемещение материалов по трубам с помощью сжатого воздуха, герметичность оборудования для погрузочно-разгрузочных операций, современные машинные методы расфасовки и упаковки готовой продукции — все это широко применяется во многих производствах и дает хороший гигиенический эффект.









Очистка воздуха от пыли рабочих помещений осуществляется путем улавливания и осаждения ее специальными устройствами.

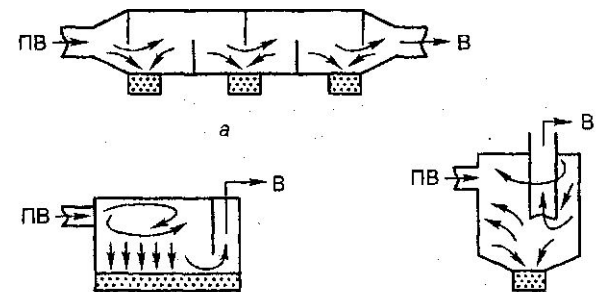
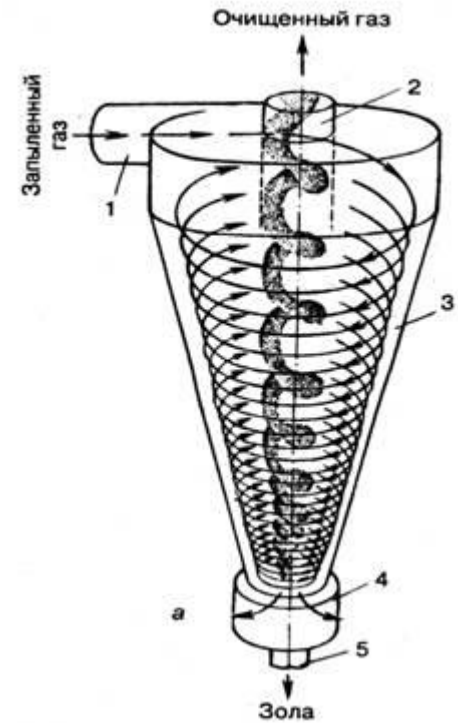
Пылеулавливающие аппараты основаны на различных принципах и имеют разнообразные конструктивные решения. В связи с этим предложены различные классификации пылеулавливающих устройств:

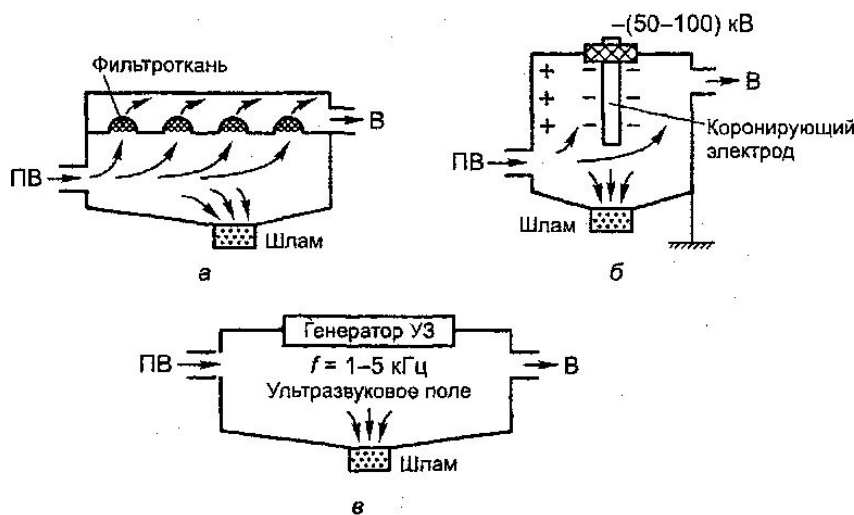
- а) сухие, механические аппараты;
- б) аппараты с применением фильтров;
- в) аппараты с применением воды;
- г) комбинированные устройства.

Правильное применение аппаратов любой группы дает положительный эффект по улавливанию пыли. Однако при выборе устройств необходимо учитывать их недостатки. Так, **сухие механические аппараты характеризуются вторичным уносом пыли, имеют большие габариты (пылеосадочные камеры), ограниченные области применения по крупности пыли.**

Пылеосадочная камера - устройство в системах промышленной вытяжной вентиляции для гравитационного осаждения относительно крупных фракций пыли (с размерами частиц более 30 мкм) при малой скорости движения воздушных потоков. По конструктивному признаку различают П.К. прямоточные, лабиринтного типа (с вертикальными перегородками).

Пылеосадочная камера «Циклон»





В тканевых **фильтрах** фильтровальная перегородка может быть хлопчатобумажной, шерстяной, лавсановой, нейлоновой и др. В этих фильтрах используется ситовый механизм фильтрации, при котором фильтрация осуществляется за счет не только фильтровальной ткани, но и пылевого слоя, образующегося на поверхности.

Наибольшее распространение получили тканевые рукавные фильтры: а — рукавный фильтр; б—электростатический фильтр; в — ультразвуковые фильтры. *Ультразвуковые аппараты предназначены главным образом для предварительного укрупнения частичек пыли в агрегаты, размеры которых могут достигать 5-100 мкм. Такое укрупнение (коагуляция) частичек пыли позволяет улавливать их в обычных циклонах.*

Для очистки больших объемов воздуха или газов с высокой эффективностью применяют **электрофильтры**, использующие два электрода — **коронирующий и осадительный**. При подаче на электроды высокого напряжения постоянного тока (15 - 100 кВ) у коронирующего электрода возникает коронный разряд, в результате которого образуются положительные и отрицательные ионы; они адсорбируются на поверхности частиц пыли, заряжая их противоположными знаками (+ и -). Отрицательно заряженные частицы пыли начинают перемещаться к положительному осадительному электроду и прилипают к нему, удерживаясь и накапливаясь благодаря силе электростатического поля.

Мокрые пылеуловители работают на принципе осаждения под действием сил гравитации и броуновского движения частиц пыли на поверхность капель или пленки жидкости.

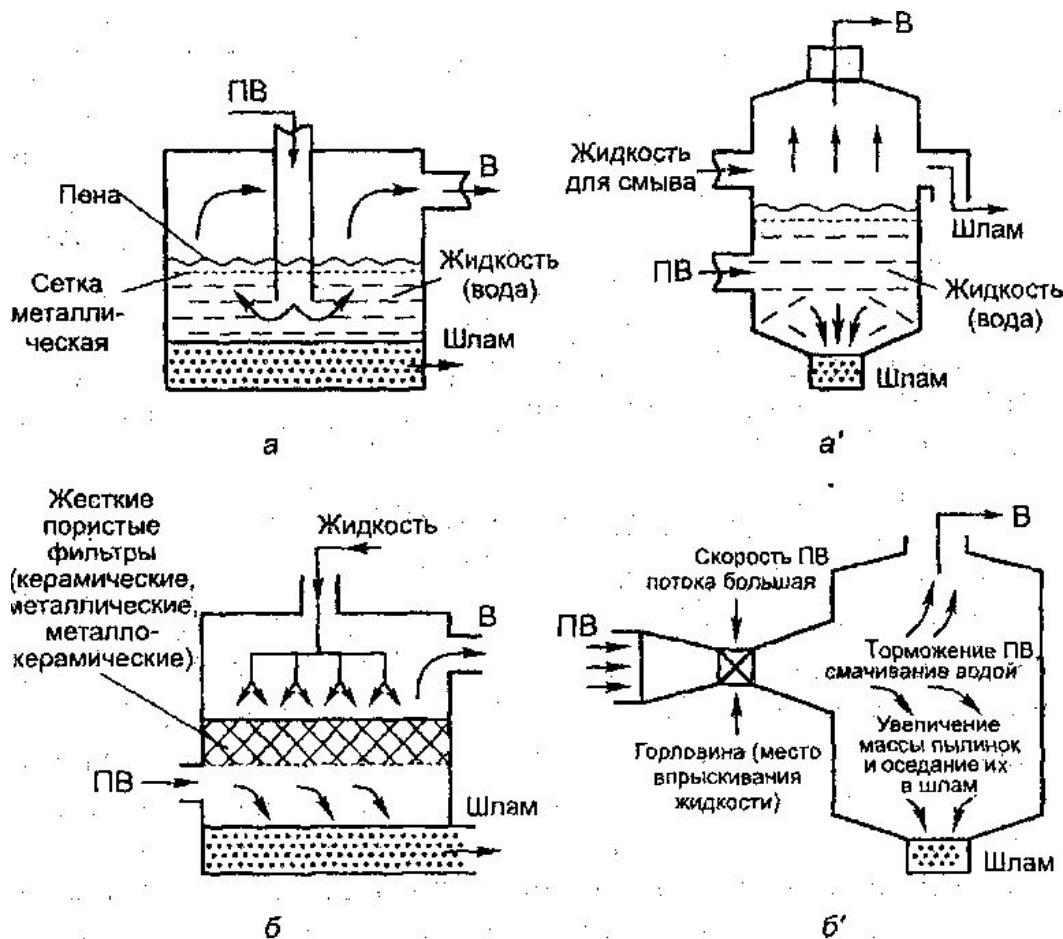


Рис. Мокрые пылеуловители:
 а, а' — пенные аппараты;
 б, б'- соответственно форсуночный скруббер и скруббер (труба) Вентури ,

Организационные мероприятия. Для горных рабочих установлены сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, выход на пенсию по возрасту в 50 лет.

Используется защита временем при работе в условиях повышенной запыленности.

На работы в подземных условиях не допускаются лица моложе 20 лет, так как пневмокониозы в молодом возрасте развиваются раньше и протекают тяжелее.

Обязательным является проведение предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров.

Противопоказаниями к приему на работу, связанную с воздействием пыли, являются все формы туберкулеза, хронические заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, глаз, кожи.

Защита временем при воздействии аэрозолей, преимущественно фиброгенного действия (АПФД).

Для оценки степени воздействия пыли на органы дыхания работающих рассчитывают пылевую нагрузку за весь период реального или предполагаемого контакта с пылью. В случае превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли расчет пылевой нагрузки является обязательным.

Пылевая нагрузка (ПН) на органы дыхания работающего — это реальная или прогнозная величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую рабочий вдыхает за весь период фактического или предполагаемого профессионального контакта с пылью.

ПН на органы дыхания рабочего рассчитывается исходя из:

- фактических среднесменных концентраций АПФД в воздухе рабочей зоны;
- объема легочной вентиляции, зависящего от тяжести труда;
- продолжительности контакта с пылью:

$$ПН = K N T Q,$$

где K - фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, $мг/м^3$; N — число рабочих смен в календарном году; T — количество лет контакта с АПФД; Q — объем легочной вентиляции за смену, $м^3$. Рекомендуется использовать следующие усредненные величины объемов легочной вентиляции, которые зависят от уровня энергозатрат и, соответственно, от категории работ согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»: • для работ категории Ia - I объем легочной вентиляции за смену — $4м^3$; • для работ категории IIa-IIб — $7 м^3$; • для работ категории III— $10 м^3$.

Полученные значения фактической ПН сравнивают с величиной контрольной пылевой нагрузки, значение которой рассчитывают в зависимости от фактического или предполагаемого стажа работы, предельно допустимой концентрации пыли и категории работ. **Контрольный уровень пылевой нагрузки (КПН) — это пылевая нагрузка, сформировавшаяся при условии соблюдения среднесменной ПДК пыли в течение всего периода профессионального контакта с фактором:**

$$\text{КПН} = \text{ПДК}_{\text{сс}} NTQ,$$

где $\text{ПДК}_{\text{сс}}$ — среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м^3 . Зона дыхания — пространство радиусом 0,5 м от лица работающего.

Для расчета допустимого стажа работы в условиях запыленности необходимо сопоставление фактических и контрольных уровней пылевой нагрузки. В случае превышения КПН рассчитывают стаж работы, при котором ПН не будет превышать КПН. При этом КПН рекомендуется определять за средний рабочий стаж, равный 25 годам. Тогда допустимый стаж работы в данных условиях (T_1) определяется по формуле:

$$T_1 = \text{КПН}_{25} / (K N Q).$$

Средства индивидуальной защиты — респираторы, специальные шлемы и скафандры с подачей в них чистого воздуха применяются в тех случаях, когда не удастся снизить запыленность воздуха в рабочей зоне до допустимых пределов более радикальными технологическими мероприятиями. К индивидуальным средствам защиты от пыли относятся также защитные очки, специальная противопылевая одежда, защитные пасты и мази.



Медико-биологические мероприятия направлены на повышение сопротивляемости организма человека и ускорение выведения из него пыли. Сопротивляемость развитию пылевого поражения повышается при ультрафиолетовом облучении в фотариях, применении щелочных ингаляций и специального питания.



Ингаляции



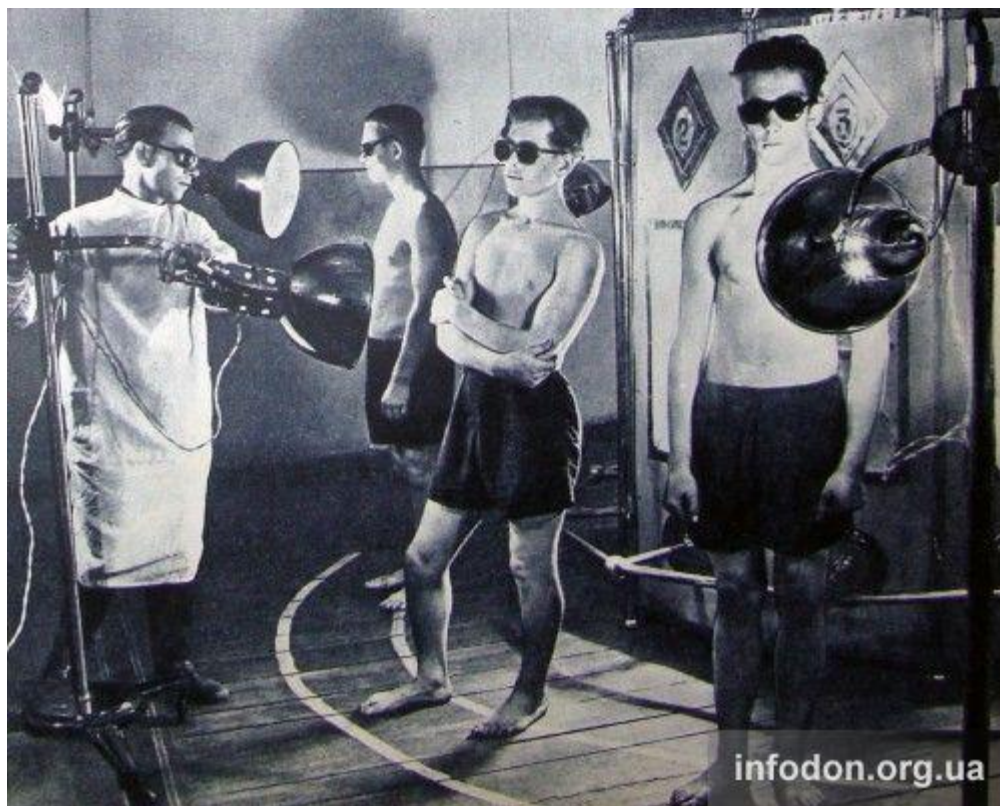
Дыхательная гимнастика



ДЫХАТЕЛЬНАЯ ГИМНАСТИКА А.Н.Стрельниковой



Фотарий (УФО)



галотерапия





Ванны с минеральной водой



массаж





ОКСИГЕНАЦИЯ



Горный воздух

