

ПЫЛЬ КАК ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ВРЕДНОСТЬ

*Лекционно-практические занятия с
закреплением полученных знаний с
помощью контрольных заданий
(на 4 часа)*



Автор: Евгений Васильевич
Крюков,
канд. техн. наук, профессор

Опасной производственной вредностью в воздухе рабочей зоны является пыль. Под ее воздействием возникают заболевания под общим названием пневмокониозы: силикоз, асбестоз, талькоз, карбокониозы, сидироз, баритоз и пр.; пневмокониозы от рентгеноконтрастной пыли; бериллиоз и другие гиперчувствительные пневмониты.

Производственная пыль представляет собой мельчайшие твердые частицы, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии, т.е. в виде аэрозоля.

- По своему происхождению пыль делится - на органическую, неорганическую и смешанную;
- по способу образования – на аэрозоли дезинтеграции (при механическом измельчении твердого материала) и аэрозоли конденсации (например, при расплаве металлов);
- по степени дисперсности – на крупнодисперсную (размер пылинок более 10 мкм), мелкодисперсную (размер пылинок 10-0,25 мкм) и ультрамикроскопическую (размер пылинок менее 0,25 мкм).

Вредное воздействие пыли на организм человека зависит от химического состава и ее концентрации в воздухе рабочей зоны.

Перечисленные выше пылевые болезни подразделяются на специфические и неспецифические.

Специфические заболевания проявляются в виде пневмокониозов – фиброза (воспаление) легочной ткани.

Наиболее опасным заболеванием является силикоз.

При силикозе тяжелые изменения наблюдаются в органах дыхания (носоглоточной, трахеобронхиальной и особенно в легочной полости) с одновременными значительными нарушениями в нервной, сердечнососудистой, пищеварительной, лимфатической системах человека.

Неспецифическими заболеваниями, вызванными воздействием производственной пыли, являются пневмония, туберкулез и рак легких, пылевые бронхиты, бронхиальная астма (древесная пыль), поражение слизистой оболочки носа и носоглотки (пыль цемента, хрома и др.), конъюнктивиты и воспаление роговицы глаз, поражение кожи (бородавки, угри, экземы, дерматиты и др.).

Некоторые виды пыли (асбест, хром) представляют канцерогенную опасность.

Систематическая работа в условиях воздействия пыли вызывает повышенную заболеваемость работающих.

Действие пыли могут усиливать тяжелый физический труд, охлаждение тела человека, что приводит к более быстрому возникновению и усилению тяжести заболевания.

Основные определения:

АЭРОЗОЛЬ — коллоидная система, состоящая из газовой среды, в которой взвешены твердые или жидкие частицы.

ПЫЛЬ — аэрозоли с твердыми частицами дисперсной фазы размером 10^{-4} — 10^{-1} мм.

Классификация пыли



Контроль запыленности воздуха в воздухе рабочей зоны осуществляется весовым способом. Пылевые пробы с помощью воздуходувок отбираются на фильтры типа АФА- ВП-10 (аналитические фильтры аэрозольные, весовые Петрянова, площадью 10 см²).

Предельно допустимые концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия приведены в таблице.

ГОСТ 12.1.005 (извлечение). Предельно допустимые концентрации пыли в воздухе рабочей зоны

Наименование аэрозоля (пыли)	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Особенности действия на организм
Асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 10 %	2	III	Ф, К
Асбестопородные пыли с содержанием асбеста до 10 %	4	III	Ф, К
Цемент, глина, шамот каолиновый	6	IV	Ф

К - канцерогены; Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

Наименование аэрозоля (пыли)	Величина ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Особенности действия на организм
Пыль мучная, древесная	4	III	A, Ф
Пыль кварцевая, гранитная, углепородная с содержанием свободной двуокиси кремния от 10 до 70 %	2	III	Ф
Бокситы, бора карбид,	4	IV	Ф
Пыль оксида ванадия	0,5	II	
Вольфрам, вольфрама карбид	6	IV	Ф
Германий четыреххлористый(в пересчете на германий)	1	I	
Доломит, известняк	6	IV	Ф
Натрия хлорид (поваренная соль)	5	III	
Натрия сульфид	0,2	II	
Натрия сульфат	10	IV	

Условия труда

- Условия труда – совокупность факторов производственной среды, трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека. Исходя из гигиенических критериев, условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые вредные и опасные (рис. 1).
- Исходя из степени отклонения фактических уровней факторов рабочей среды и трудового процесса от гигиенических нормативов, условия труда по степени вредности и опасности условно подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

Оптимальные условия труда (1 класс) – условия, при которых сохраняется здоровье работника и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы факторов рабочей среды установлены для микроклиматических параметров и факторов трудовой нагрузки. Для других факторов за условно оптимальные принимаются такие условия труда, при которых вредные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2 класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работников и (или) его потомство.

Допустимые условия труда условно относятся к безопасным.

Вредные условия труда (3 класс) характеризуются наличием вредных факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работника и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работников подразделяются на 4 степени вредности:

1 степень 3 класса (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

2 степень 3 класса (3.2) – уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (что может проявляться повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых для данных факторов органов и систем), появлению начальных признаков или легких форм профессиональных заболеваний (без потери профессиональной трудоспособности, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3 степень 3 класса (3.3) – условия труда, характеризующиеся такими уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии;

4 степень 3 класса (3.4) – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (4 класс) характеризуются уровнями факторов рабочей среды, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

УСЛОВИЯ ТРУДА

Безопасные

Вредные

(3-й класс)

Опасные

(4-й класс)

(1-й степени)

(3.1)

Оптимальные

(1-й класс)

Допустимые

(2-й класс)

2-й степени

(3.2)

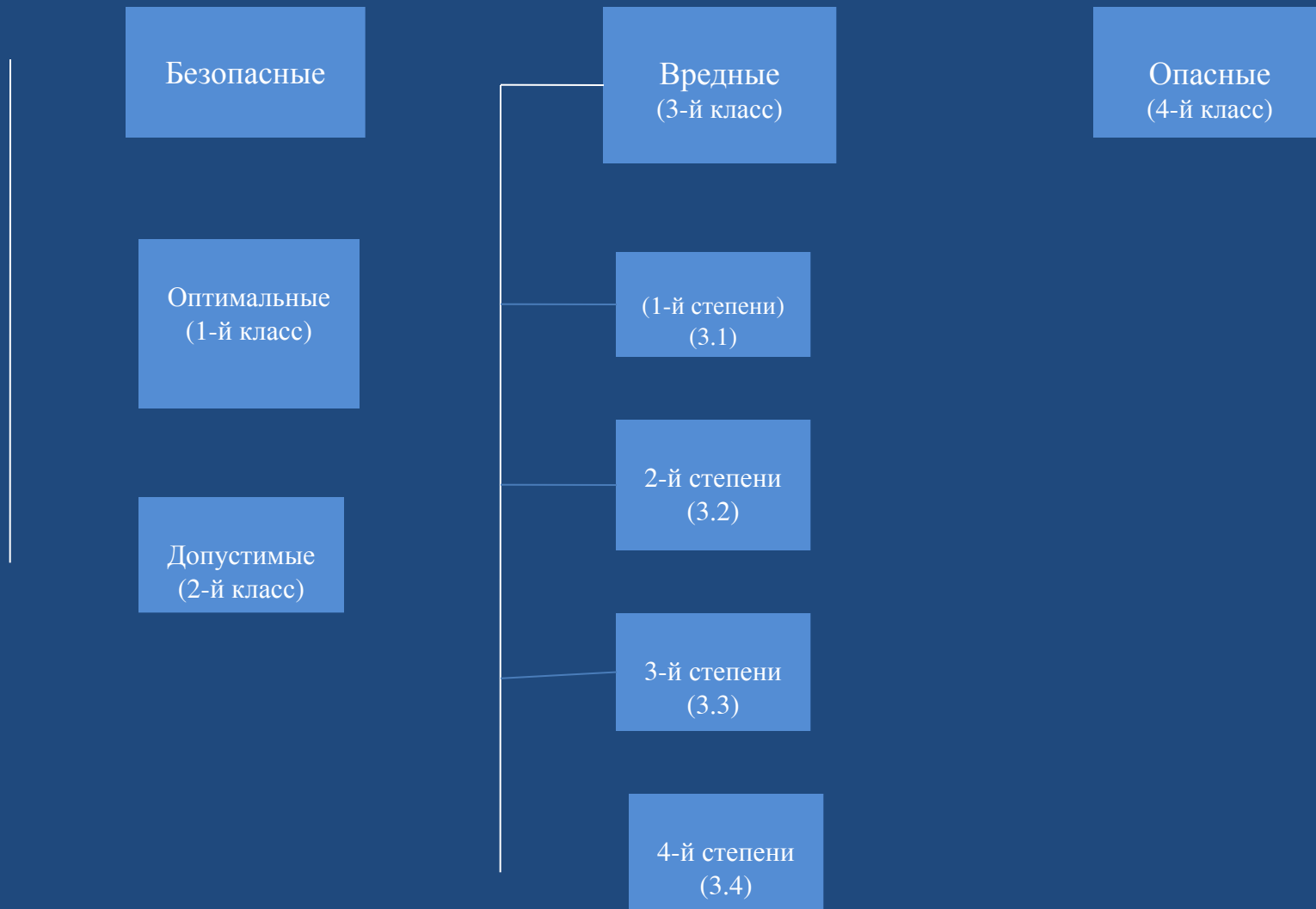
3-й степени

(3.3)

4-й степени

(3.4)

Условия труда

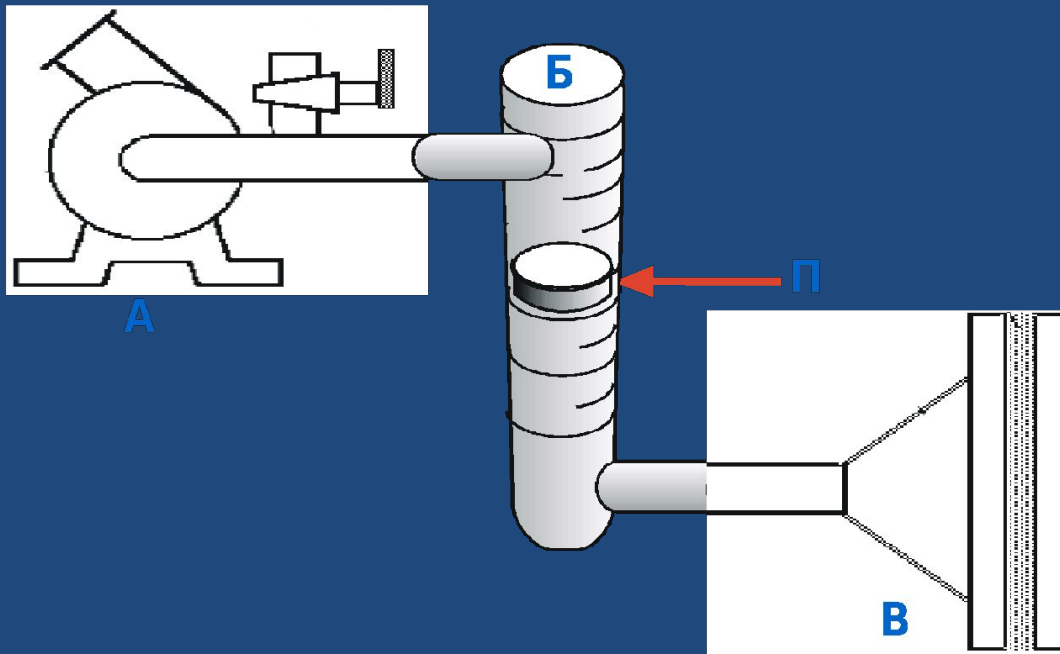


Для борьбы с пылью применяют комплекс мероприятий, включающий технологические и технические, медико-профилактические и санитарно-гигиенические мероприятия.

Технические и санитарно-гигиенические мероприятия имеют решающее значение в профилактике пылевых заболеваний. К таким мероприятиям относятся следующее:

- а) применение процессов, обеспечивающих минимальное дробление материала;
- б) максимальная механизация и автоматизация производственных процессов, исключая нахождение людей в запыленной зоне;
- в) применение герметичного оборудования, герметических устройств и укрытий;
- г) увлажнение материала, мокрая уборка помещений и др.;
- д) применение аспирационных систем (циклонов, пылеуловителей и др.);
- е) очистку от пыли вентиляционных потоков при его подаче в производственные помещения и выбросе в атмосферу и пр.

Принципиальная схема пылепробоотборника (аспиратора, воздуходувки) для отбора пробы воздуха



А – *аспиратор* (служит для организации просасывания воздуха через фильтр и представляет собой ротационный компрессор (см. ниже схему).

Б – *реометр* (по положению поплавка **П** определяют текущий расход воздуха для последующего расчета концентрации пыли).

В – *фильтродержатель*, предназначен для закрепления фильтра АФА.

Характеристика установки для отбора пробы воздуха

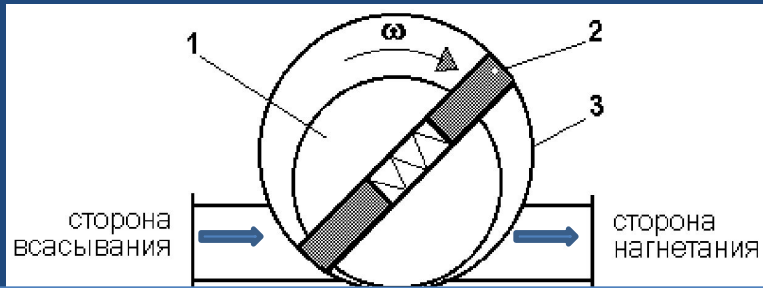


Схема аспиранта

1 – ротор с пазами; 2 – графитовые пластинки; 3 – цилиндр

Оси ротора и цилиндра относительно друг друга смещены.

Расход воздуха при отборе пылевых проб устанавливается визуально по положению поплавка относительно шкалы, нанесенной на поверхности реометра

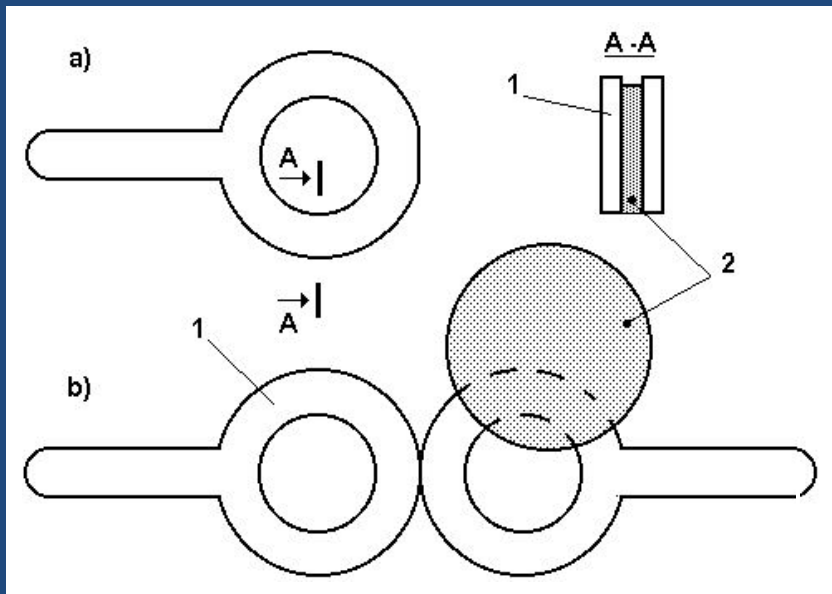
При включении аспиранта **А** (см. предыдущий слайд) воздух из рабочей зоны (рабочего места) через фильтр, закрепленный в фильтродержателе **В**, поступает в реометр **Б**.

По положению поплавка **П** относительно делений на корпусе реометра устанавливается необходимый расход воздуха через фильтр, л/мин.

Очищенный фильтром воздух выбрасывается наружу.

ЭЛЕМЕНТЫ ФИЛЬТРА АФА - ВП

Фильтр Петрянова



а) фильтр в собранном виде;

б) фильтр в раскрытом виде;

1 - защитное кольцо;

2 - фильтрующий

э. **Фильтр брать только за эти выступы!**

тип АФА – ВП - 10

АФА В П 1

0

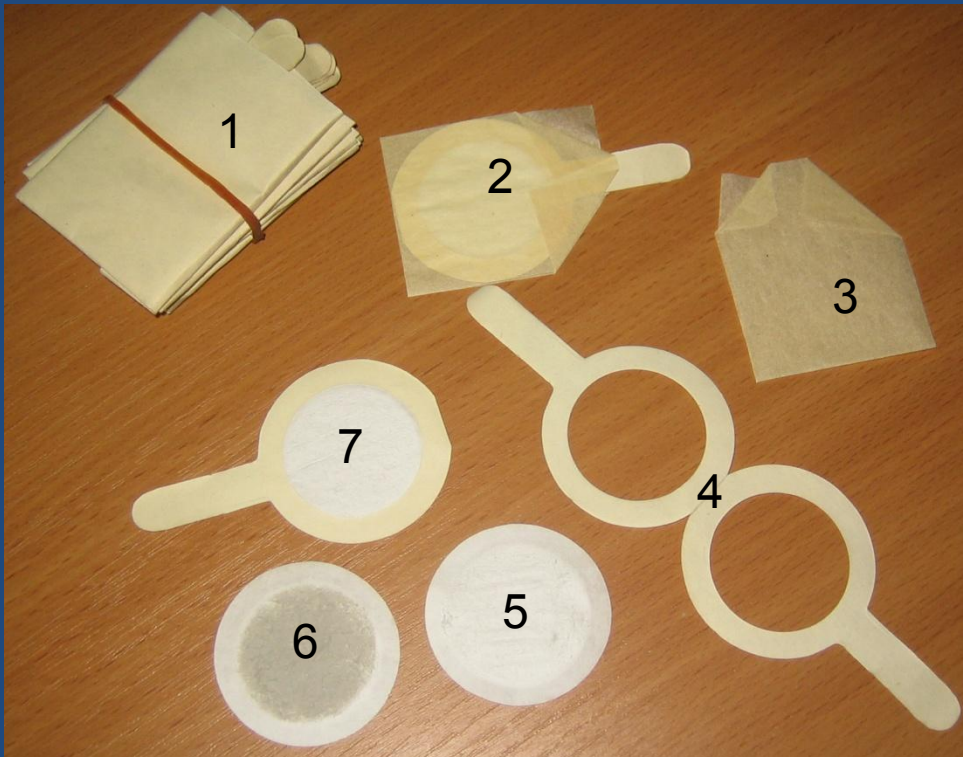
Рабочая площадь, см²

Пирхлорвиниловый (Материал фильтра)

Весовой метод анализа

Аналитический фильтр аэрозольный

Аналитический аэрозольный фильтр АФА-ВП



- 1 – кассета с фильтрами;
- 2 – упаковка фильтра;
- 3 – пергаментный чехол;
- 4 – защитное кольцо;
- 5 – чистый фильтр;
- 6 – фильтр после взятия пробы;
- 7 – фильтр в собранном виде.

В качестве фильтрующего элемента используется синтетический иглопробивной материал (ткань Петрянова).

Порядок действия при отборе пробы воздуха

Аналитический фильтр АФА – ВГР изготовлен в виде комплекта, состоящего из фильтра с опресованными краями и защитных колец с выступами, вложенного в пакетик. 10 таких комплектов хранятся в бумажной кассете.

Метод определения весовой концентрации аэрозоля основан на отборе пробы пыли на фильтр из определенного объема воздуха и определения привеса (навески) пыли с помощью аналитических весов различных подходящих моделей.

Анализ проводят следующим образом:

- 1. Из кассеты извлекают заранее взвешенный фильтр АФА, помещают его в фильтродержатель и прижимают пустотелой гайкой.
- 2. Включают aspirator и прокачивают запыленный воздух через фильтр в течение 15 – 30 мин (чтобы навеска пыли на фильтре была не менее 1 мг) с объемной скоростью 15 – 20 л/мин.
- 3. Извлекают фильтр из фильтродержателя, помещают в кассету и определяют его вес после взятия пылевой пробы.
- 4. Определяют навеску пыли (мг) и протянутый объем воздуха (м^3).

Общий вид воздуходувки

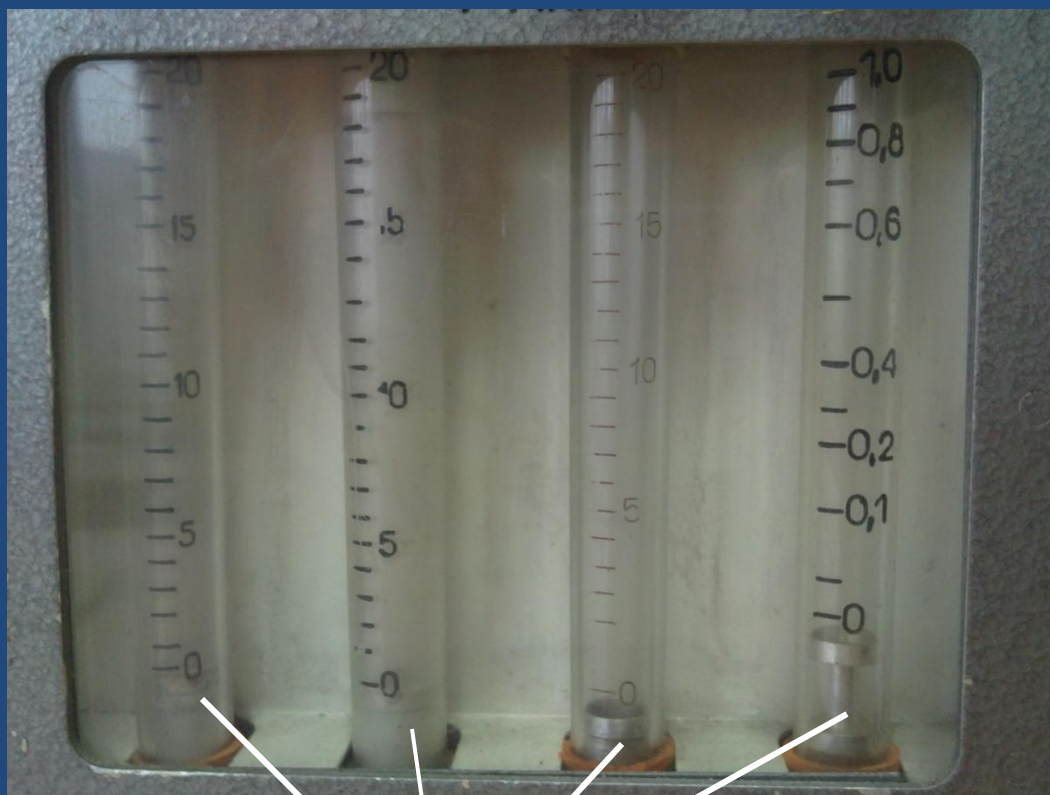


Элементы воздуходувки



- 1 – регулятор скорости протягивания воздуха (л/мин) через фильтр;
- 2 – выключатель;
- 3 – штепсель электрошнура;
- 4 – поплавок реометра.

ПОПЛАВКИ РЕОМЕТРОВ ВОЗДУХОДУВКИ



Поплавки

Аспиратор эжекторный рудничный аэрозольный «АЭРА»

Общий вид

1 – корпус
пневматического
эжектора;

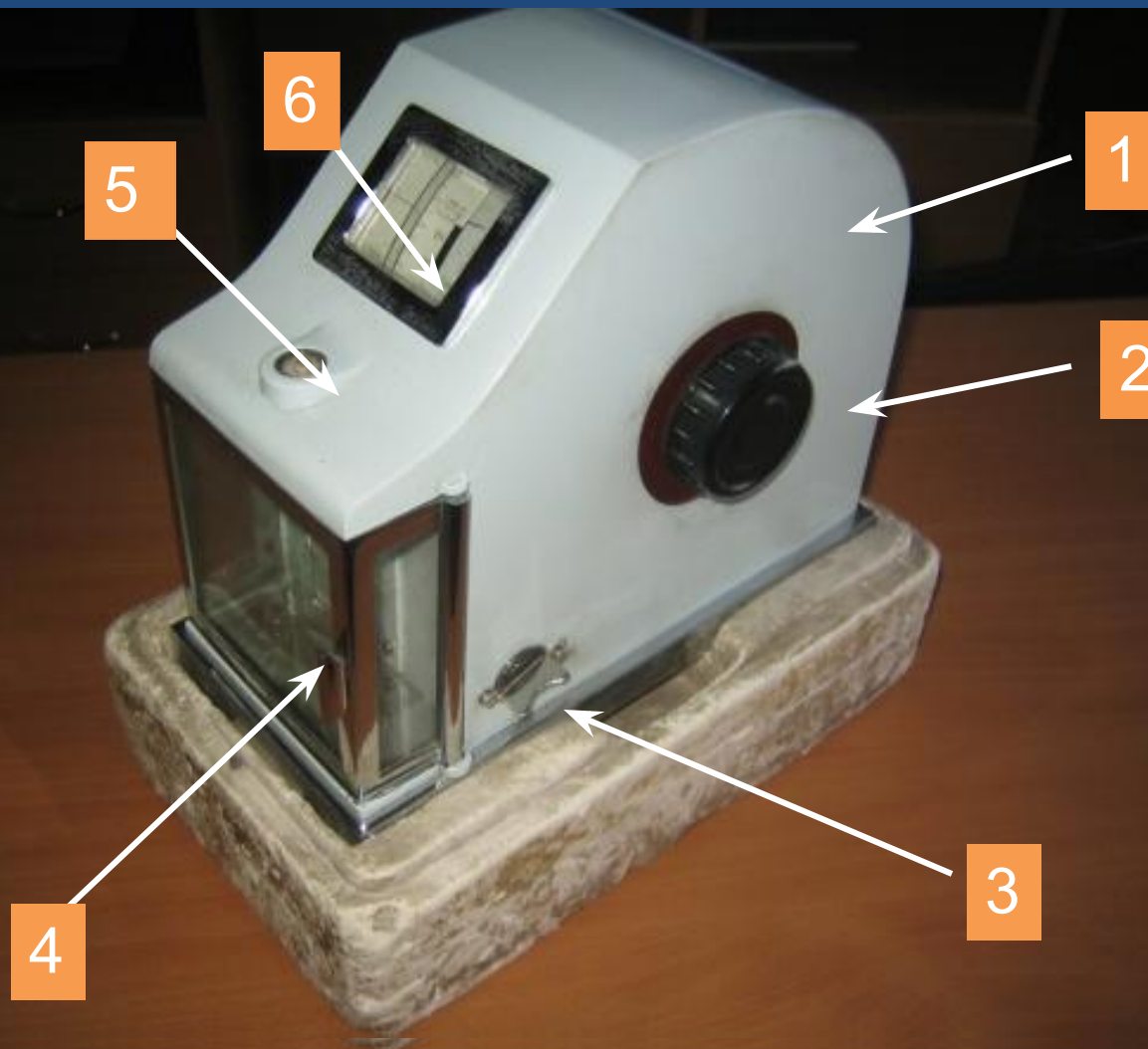
2 – баллон со
сжатым
воздухом (2 л);

3 – маховичок для
подачи
воздуха в эжектор.



Принцип отбора пылевых проб основан на протягивании воздуха через фильтр с помощью пневматического эжектора с постоянной скоростью 20 л/мин.

Аналитические весы



- 1 - корпус;
- 2 – регулятор установки нуля нониуса;
- 3 – стопор;
- 4 – камера для взвешивания фильтра;
- 5 – уровень;
- 6 – смотровое окно для оценки показания веса фильтра;

Аналитические весы



1 - смотровое окно для оценки показания веса фильтра;

2 – барашек для установки нулевого положения весовой стрелки

mg

98

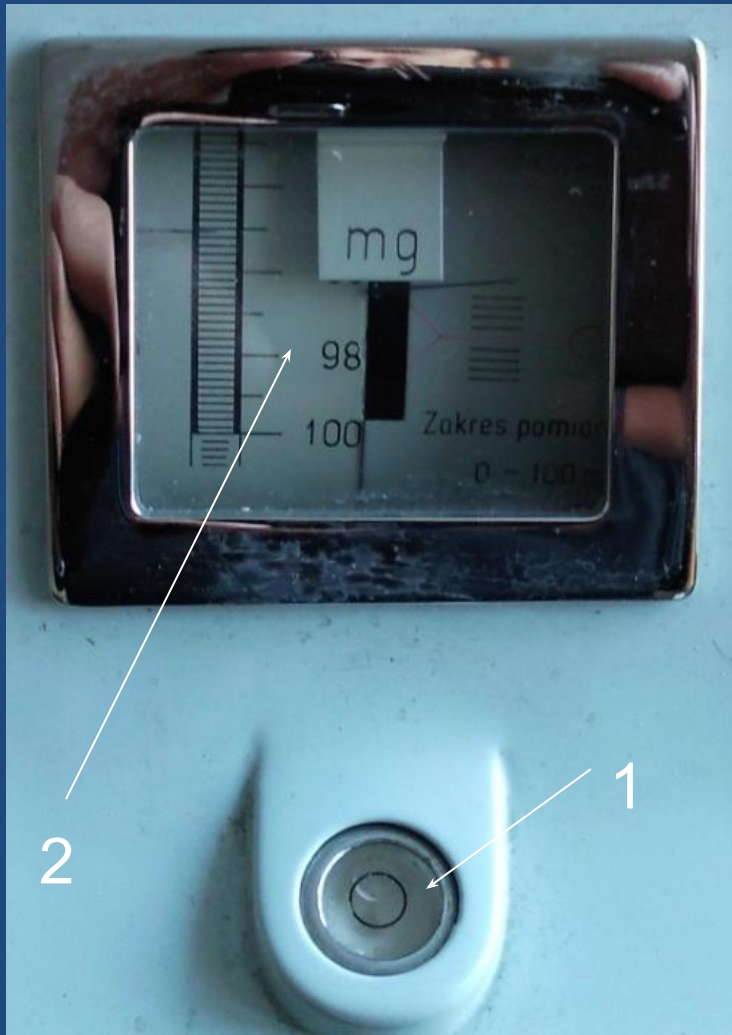
100

Zakres pomiaru

0 - 100



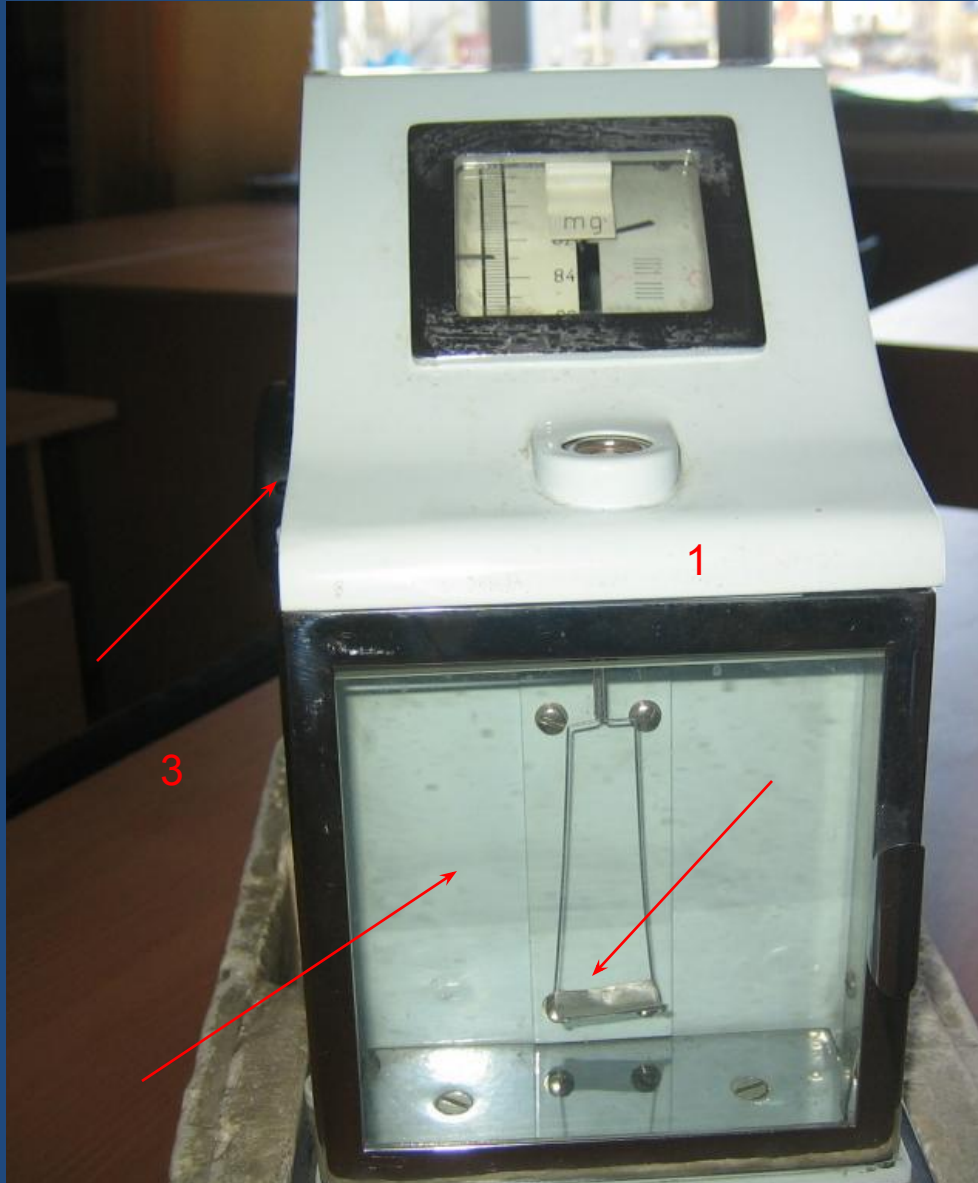
Вид на аналитические весы спереди



1 – шаровой уровень;

2 – смотровое окно.

Аналитические весы

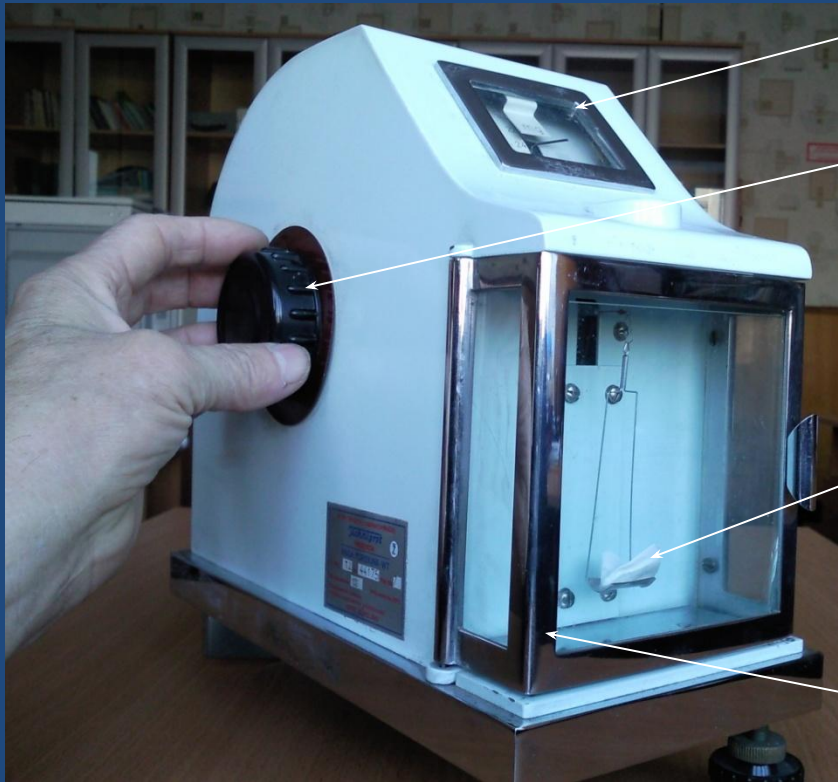


1 – стрелка нониуса;

2 – стрелка для
отсчета показаний
веса фильтра, мг;

3 – регулятор для
вывода стрелки
нониуса «на ноль».

Вид на аналитические весы с левой стороны



Смотровое окно

Маховичок

Сложенный вчетверо
фильтр
на чашке весов

Дверца

Какой вес фильтра?



При вращении маховичка весов (см. предыдущий слайд) наступает такой момент, когда стрелка нониуса 1 подойдет к нулевой отметке 2.

Представим себе, что стрелка нониуса встала на нулевой отметке.

Вес фильтра будет равен 96,6 мг (См. на стрелку 3)

Аналитические весы VIBRA AF-R220 CE



Производятся в Японии
Цена 62000 рублей

Общее описание

Высокоточные и надежные весы для лабораторного использования.

Большой жидкокристаллический дисплей с размером цифр 18 мм.

Календарь, часы, счетный режим, режим суммирования, крюк для взвешивания под весами.

Оригинальная конструкция ветрозащиты, прозрачный защитный чехол.

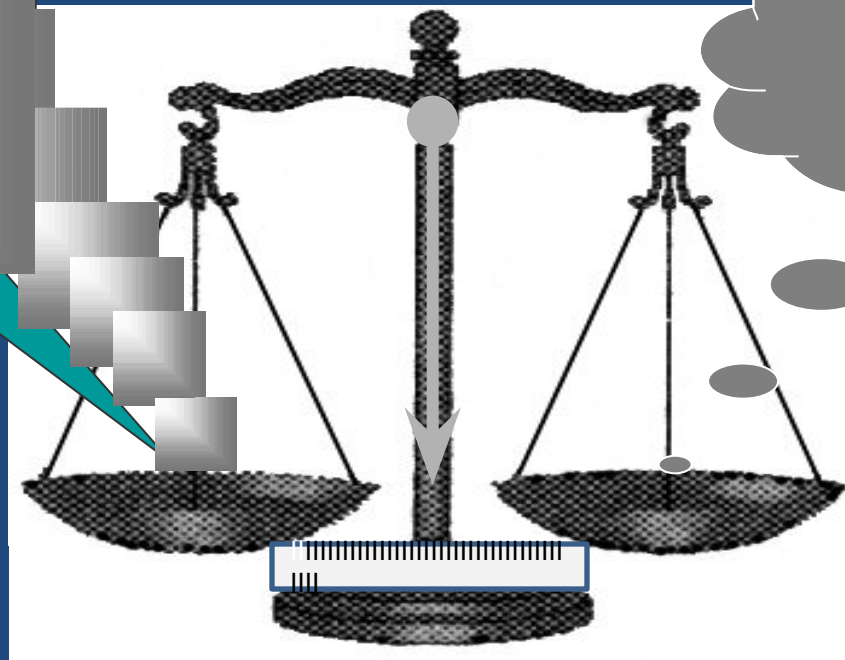
Легко демонтируемые части (ветрозащита, платформа) обеспечивают простой уход и чистку весов.

Вес 5,2 кг. Габариты, мм
320x210x335

Порядок взвешивания фильтра

(один из вариантов)

Разновесы



Фильтр

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ:

1. Разместить фильтр на правой чаше весов ;
2. На левую чашу весов выкладывать разновесы до установления стрелки в нулевое положение. Определить вес фильтра.

Понятие об объеме легочной вентиляции

Тяжесть последствий для организма от вдыхания пыли связана с т. н. объемом легочной вентиляции.

Объем легочной вентиляции за смену зависит от категории работ.

Категория работ – разграничение работ по тяжести на основе интенсивности энергозатрат организма, Вт. Энергозатраты организма при выполнении той или иной работы можно определить по формуле

$$G = 4 \times ЧСС - 255$$

где G – общие энергозатраты, Вт;

$ЧСС$ – среднесменная частота сердечных сокращений, определяемая как средневзвешенная величина с учетом времени, затраченного на выполнение различного вида работ и отдых.

Легкие физические работы (категория I) - виды деятельности с расходом энергии не более 174 Вт.

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 140-174 Вт, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Объем легочной вентиляции за смену для категории работ (I) – 4 м³,

Понятие об объеме легочной вентиляции

Средней тяжести физические работы (категория II) – виды деятельности с расходом энергии в пределах 175-290 Вт.

К категории IIа относятся работы с интенсивностью энергозатрат 175-232 Вт, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

К категории IIб относятся работы с интенсивностью 233-290 Вт, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

Объем легочной вентиляции за смену для категории работ (II) – 7 м³.

Тяжелые физические работы (категория III) – виды деятельности с расходом энергии более 290 Вт, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, на подземных горных работах и т.п.).

Объем легочной вентиляции за смену для категории работ (III) – 10 м³.

Определение концентрации пыли

Объемная скорость (q) просасывания, л/мин (15 – 20)

Время отбора пробы (τ), мин (обычно 20–30) :

Концентрация пыли: $n = \frac{(m_2 - m_1)}{Q}, \text{ мг} / \text{ м}^3.$

Q – объем воздуха, протянутого через фильтр при отборе пробы пыли, м^3 ;

$$Q = q \cdot \tau / 1000, \text{ м}^3;$$

m_1, m_2 - масса фильтра до и после отбора пробы соответственно, мг;

Классы условий труда

Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия

ПРИМЕР: Определить класс условий труда по пылевому фактору, если ПДК составляет 2 мг/м^3 , а фактическая запыленность воздуха 12 мг/м^3 .

По табл. превышение ПДК в 6 раз. Это класс 3.3, т.е. вредные условия труда 3 степени

Аэрозоли	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный***
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Высоко- и умереннофиброгенные АПФД*; пыли, содержащие природные (асбесты, цеолиты) и искусственные (стеклянные, керамические, углеродные и др.) минеральные волокна	$\leq \text{ПДК}$ $\leq \text{КПН}$	1,1- 2,0	2,1- 4,0	4,1- 10	> 10	—
Слабофиброгенные АПФД**	$\leq \text{ПДК}$ $\leq \text{КПН}$	1,1- 3,0	3,1- 6,0	6,1- 10	> 10	—

* Высоко- и умеренно фиброгенные пыли ($\text{ПДК} \leq 2 \text{ мг/м}^3$).

** Слабофиброгенные пыли ($\text{ПДК} > 2 \text{ мг/м}^3$).

*** Органическая пыль в концентрациях, превышающих $200\text{—}400 \text{ мг/м}^3$, представляет опасность пожара и взрыва.

ПЫЛЕВАЯ НАГРУЗКА НА ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ РАБОТНИКА

- Пылевая нагрузка (ПН) на органы дыхания работника - это реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую работник вдыхает за весь период фактического (или предполагаемого) профессионального контакта с пылью.
- Она рассчитывается по формуле:

$$\text{ПН} = \text{K} \cdot \text{N} \cdot \text{T} \cdot \text{Q}, \text{ мг};$$

- Основным показателем оценки степени воздействия АПФД на органы дыхания работника является пылевая нагрузка. В случае превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли расчет пылевой обязателен.
- Контрольная пылевая нагрузка определяется по формуле:
$$КПН = K_{ПДК} \cdot N \cdot T \cdot Q, \text{ мг.}$$
- Вопросы: Сколько лет работник может работать в этих условиях, используя принцип «защиты временем»?
- К какому классу условий труда относится рабочее место по запыленности воздуха?
 - Данные взять из нижеприведенной таблицы.

Контрольные задания по вариантам

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Число рабочих смен, отработанных в календарном году в условиях воздействия АПФД - (N)	250									
Количество лет контакта с АПФД - (Т)	10	12	8	4	15	12	6	4	11	16
Категория работ	Ia- Ib	III	IIa-II б	III	IIa-II б	Ia- Ib	Ia- Ib	IIa-II б	III	III
Объем легочной вентиляции за смену, м ³ – (Q)	4	10	7	10	7	4	4	7	10	10
Фактическая среднесменная концентрация пылев в зоне дыхания работника, мг/м ³ – (К)	4	7	15	8	10	25	9	6	18	9
Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ – (К _{пдк})	2	4	10	2	4	10	2	4	4	10

Сколько лет может работать в этих условиях работник без нанесения ущерба?

Вариант выбирается студентом по последней цифре зачетной книжки

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий «пыль» и «аэрозоль».
2. В чем отличие аэрозоля от пыли?
3. Приведите классификацию производственной пыли.
4. Приведите примеры пыли, которые относятся к неорганическим?
5. Куда следует отнести неорганические пыли?
6. Какого происхождения может быть искусственная пыль?
7. Что такое аэрозоли преимущественно фиброгенного действия?
8. В чем особенность действия АПФД на организм человека?
9. Приведите принципиальную схему установки для отбора пылевых проб.
10. Что применяется в качестве фильтрующего элемента?
11. Поясните понятие «фильтр АФА-ВП»?
12. В чем сущность весового метода оценки запыленности воздуха?
13. Что обозначает аббревиатура «АФА-ВП-10»?
14. Как определяется режим аспирации?
15. Поясните устройство фильтра АФА-ВП-10.
16. Каков порядок подготовки фильтра к измерениям?
17. В зависимости от чего устанавливается класс условий труда по запыленности воздуха?
18. Что такое контрольный уровень пылевой нагрузки?
19. Чем определяется объем легочной вентиляции за смену?
20. В чем сущность «защиты временем» при воздействии АПФД?

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятий «пыль» и «аэрозоль».
2. В чем отличие аэрозоля от пыли?
3. Приведите классификацию производственной пыли.
4. Приведите примеры пыли, которые относятся к неорганическим?
5. Куда следует отнести неорганические пыли?
6. Какого происхождения может быть искусственная пыль?
7. Что такое аэрозоли преимущественно фиброгенного действия?
8. В чем особенность действия АПФД на организм человека?
9. Приведите принципиальную схему установки для отбора пылевых проб.
10. Что применяется в качестве фильтрующего элемента?

Контрольные вопросы

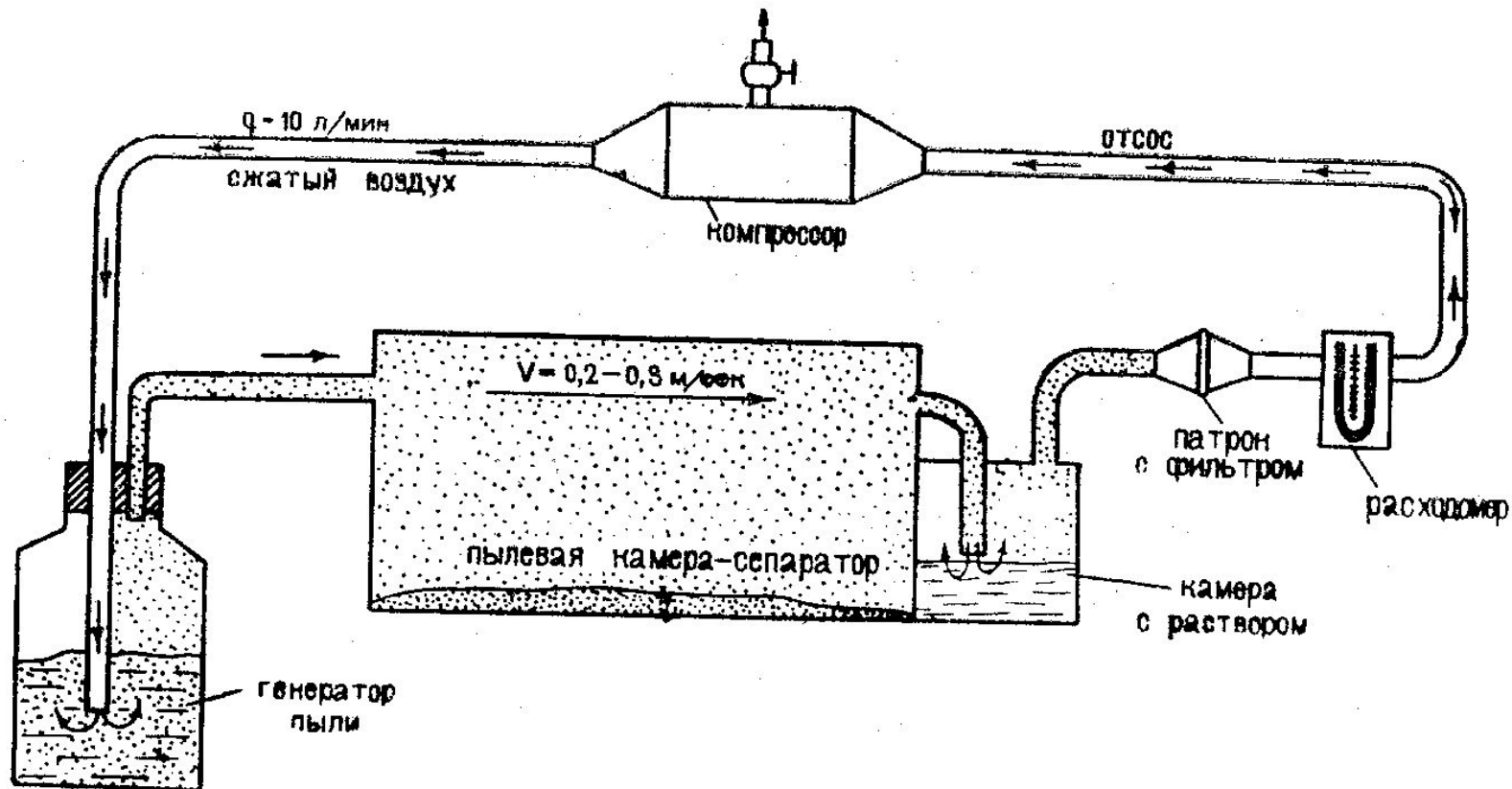
11. Поясните понятие «фильтр АФА-ВП»?
12. В чем сущность весового метода оценки запыленности воздуха?
13. Что обозначает аббревиатура «АФА-ВП-10»?
14. Как определяется режим аспирации?
15. Поясните устройство фильтра АФА-ВП-10.
16. Каков порядок подготовки фильтра к измерениям?
17. В зависимости от чего устанавливается класс условий труда по запыленности воздуха?
18. Что такое контрольный уровень пылевой нагрузки?
19. Чем определяется объем легочной вентиляции за смену?
20. В чем сущность «защиты временем» при воздействии АПФД?

Номера контрольных вопросов для выполнения задания студентом

<i>Вариант ы</i>	<i>Вопросы</i>							
1	20	19	1	7	14	4	9	15
2	11	6	12	9	18	15	10	3
3	8	14	10	3	19	11	17	5
4	5	9	13	18	6	3	1	19

<i>Варианты</i>	<i>Вопросы</i>							
5	20	16	10	7	5	13	16	3
6	1	9	12	15	20	7	3	14
7	5	13	19	2	9	6	16	11
8	2	8	17	19	3	5	11	7
9	9	3	11	17	20	13	6	10
0	6	1	12	15	19	8	5	3

Принципиальная схема лабораторной установки для оценки эффективности подавления пыли водой или ее растворами



Приложение:

Нормативно-правовая и нормативно-техническая база*

Трудовой кодекс РФ.

Руководство Р 2.2.2006 – 05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. критерии и классификация условий труда.

Стандарты системы безопасности труда (ССБТ);
Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы и др.

*При оформлении этой базы нужно комплектовать в специальной папке эти документы, взятые из Интернета и др. источников.

.