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

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.), коньюнктивиты 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 см^2).

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.

Продолжение табл.

Наименование аэрозоля (пыли)	Величина ПДК, мг/м^3	Класс опасности	Особенности действия на организм
Пыль мучная, древесная	4	III	А, Ф
Пыль кварцевая, гранитная, углепородная с содержание 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	

А - аллергены.

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 болезными, 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 степеней 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

- Безопасные
  - Оптимальные (1-й класс)
  - Допустимые (2-й класс)
- Вредные (3-й класс)
  - (1-й степени) (3.1)
  - 2-й степени (3.2)
  - 3-й степени (3.3)
  - 4-й степени (3.4)
- Опасные (4-й класс)

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, исключающая нахождение людей в запыленной зоне;

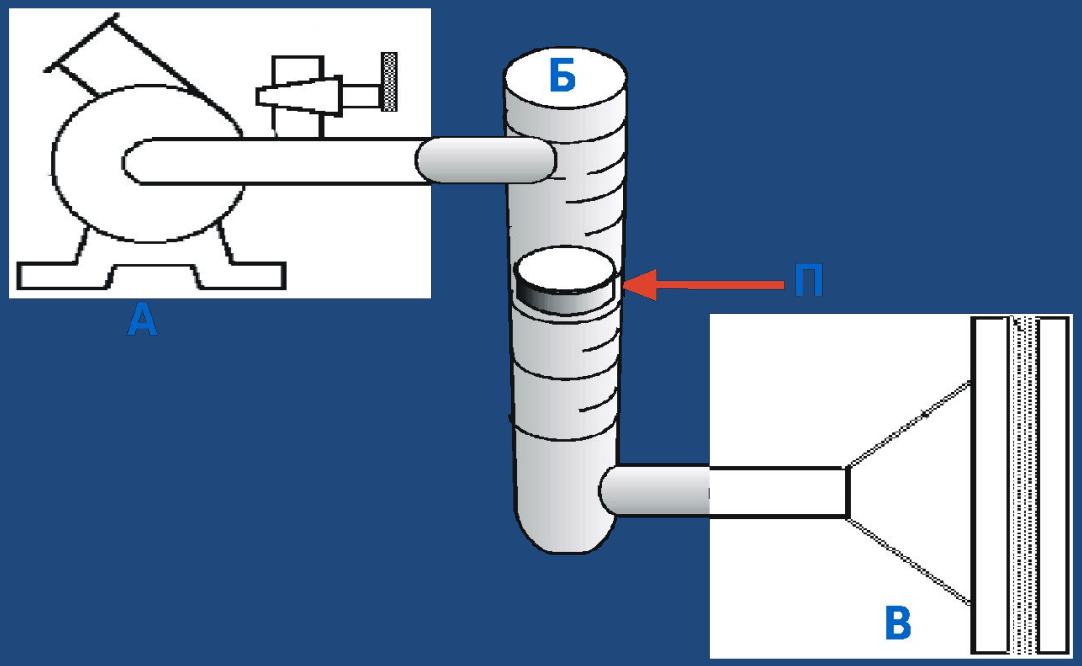
в) применение герметичного оборудования, герметических устройств и укрытий;

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

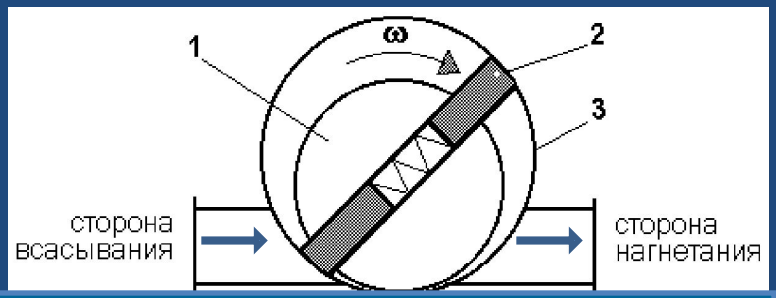


Схема аспиратора

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

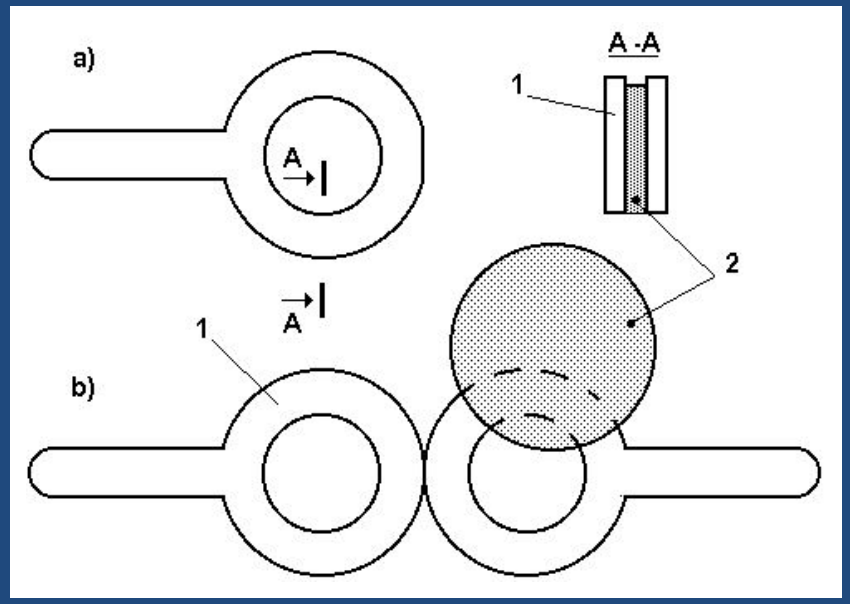
При включении аспиратора **А** ***(см. предыдущий слайд)*** воздух из рабочей зоны (рабочего места) через фильтр, закрепленный в фильтродержателе **В**, поступает в реометр **Б**.

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



a) фильтр в собранном виде;
b) фильтр в раскрытом виде;
1 - защитное кольцо;
2 - фильтрующий
эл

Фильтр брать только за эти выступы!

тип АФА – ВП - 10

АФА В П 10

Рабочая площадь, см^2

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 иглопробивнорй материал (ткань Петрянова).

Порядок действия при отборе пробы воздуха

Аналитический фильтр АФА – ВП 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.

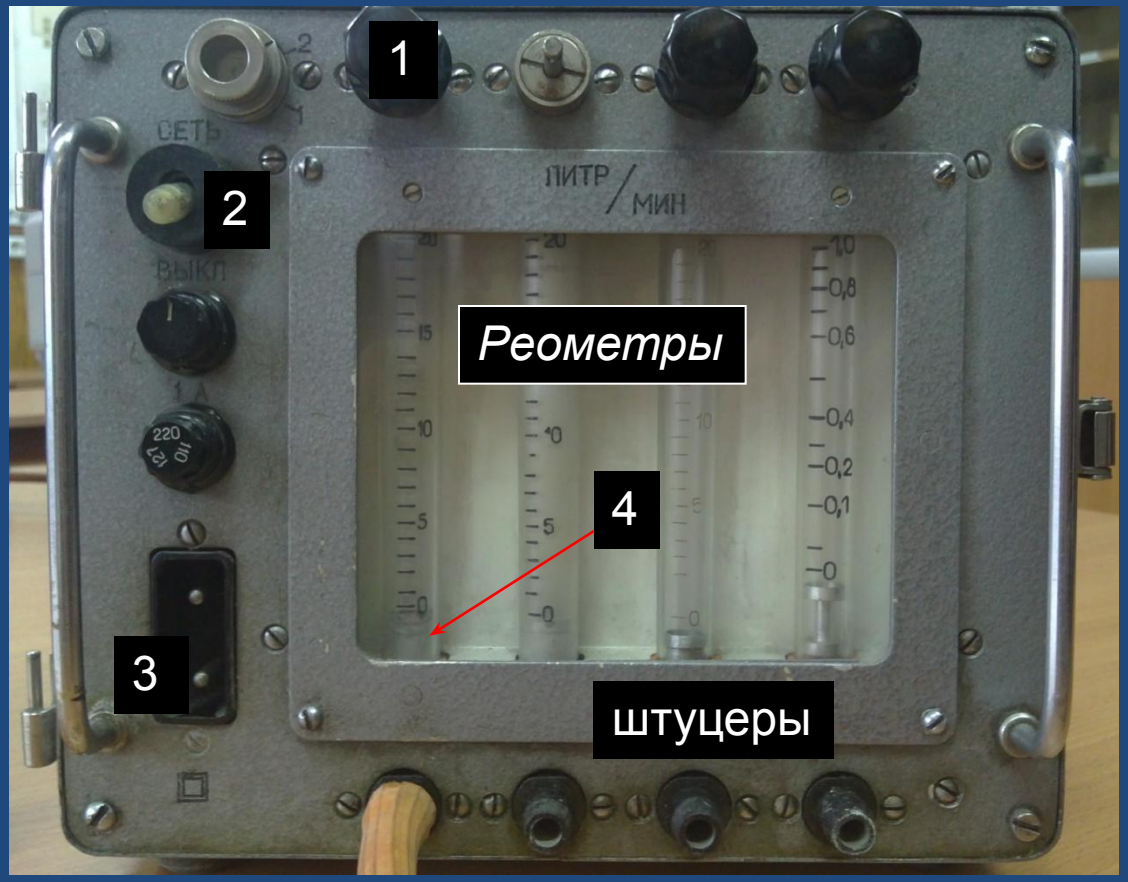
Метод определения весовой концентрации аэрозоля основан на отборе пробы пыли на фильтр из определенного объема воздуха и определения привеса (навески) пыли с помощью аналитических весов различных подходящих моделей.

<u>Анализ проводят следующим образом:</u>

- 1. Из кассеты извлекают заранее взвешенный фильтр АФА, помещают его в фильтродержатель и прижимают пустотелой гайкой.
- 2. Включают аспиратор 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 ($м^{3}$).

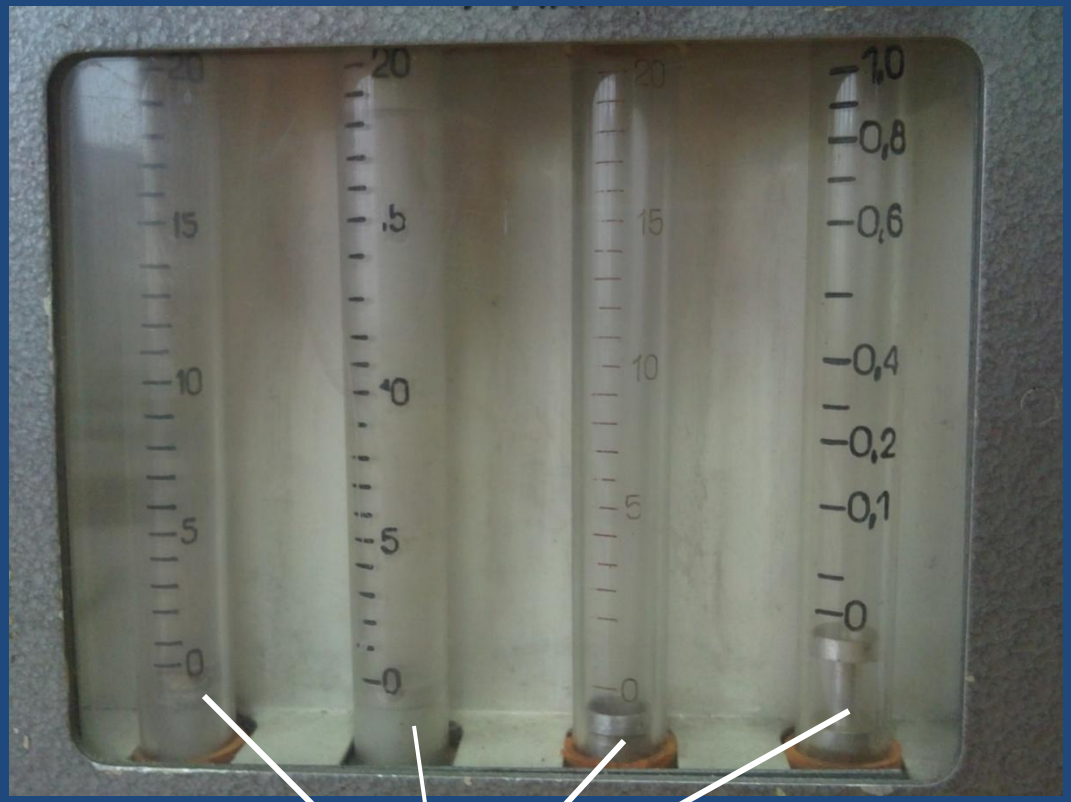
Общий вид воздуходувки

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

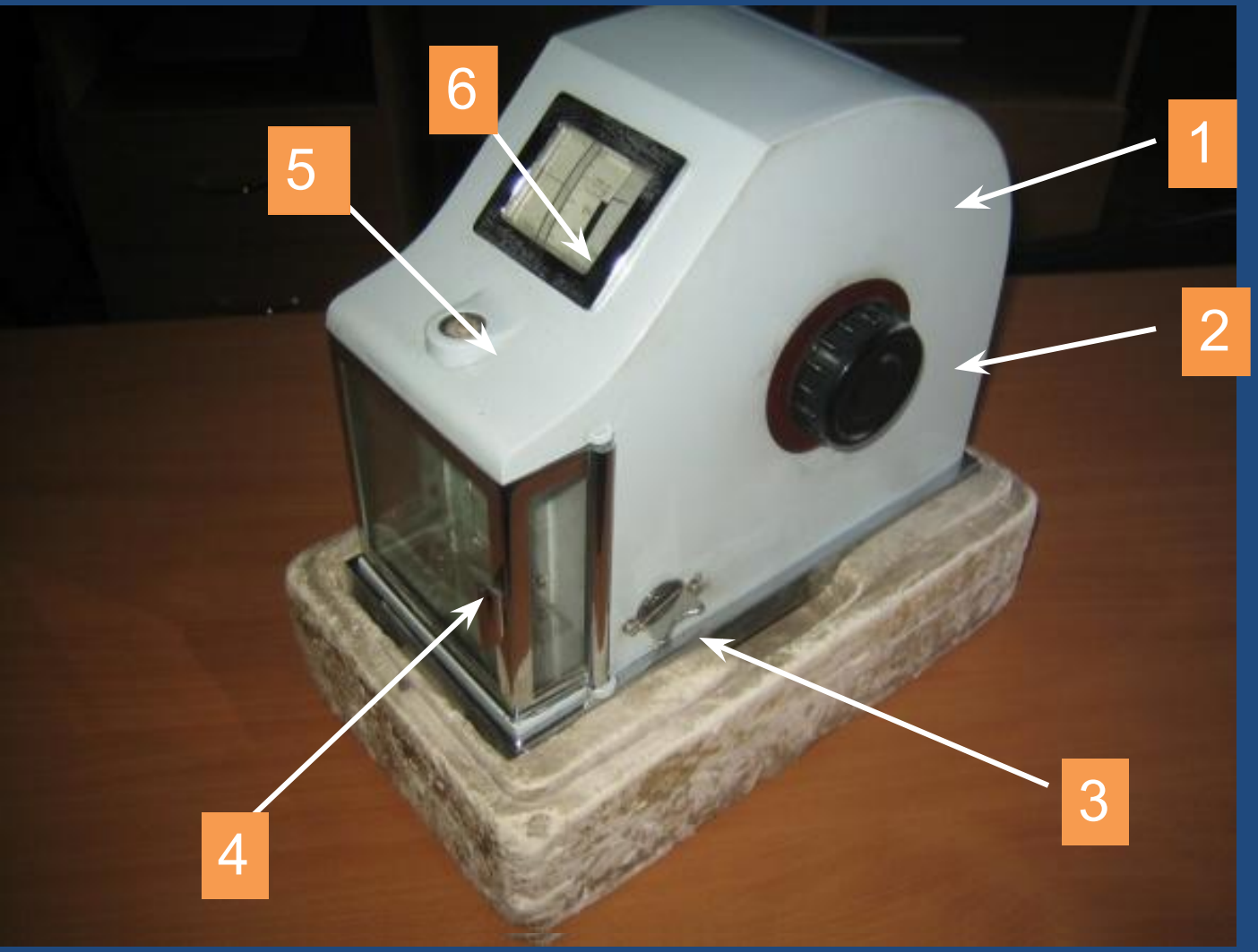
1 – корпус пневматического эжектора;

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;

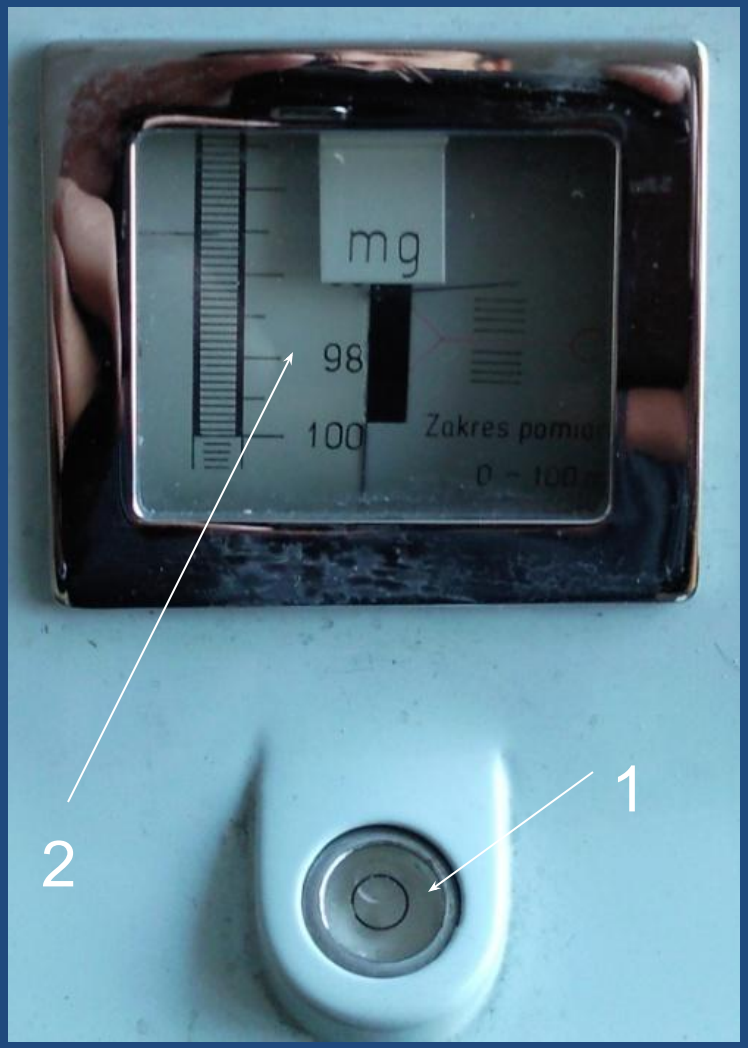
Аналитические весы

1 - смотровое окно для оценки показания веса фильтра;

2 – барашек для установки нулевого положения весовой стрелки

mg
98
100
Zakres pomi
0 - 100

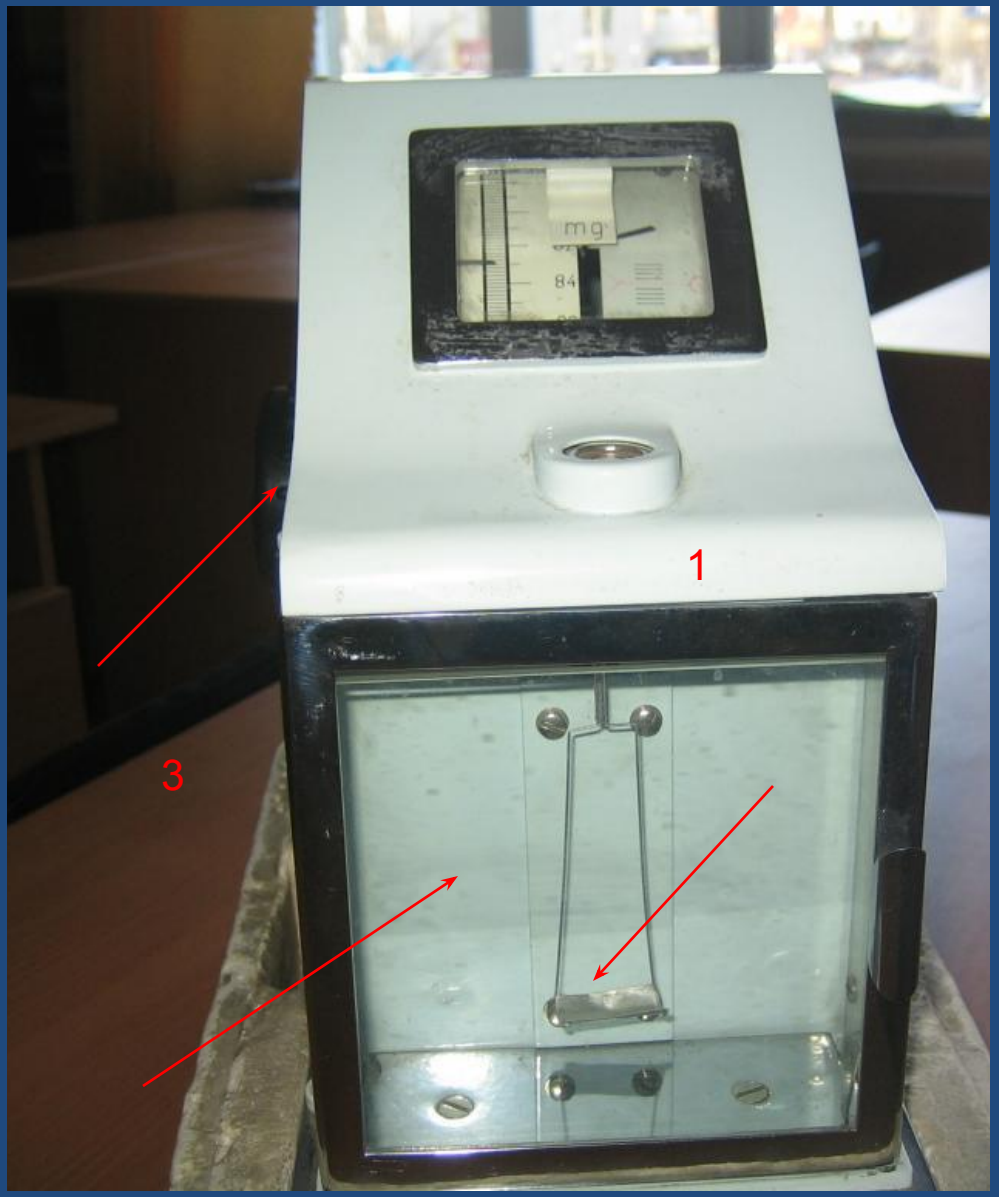
Вид на аналитические весы спереди



1 – шаровой уровень;

2 – смотровое окно.

Аналитические весы

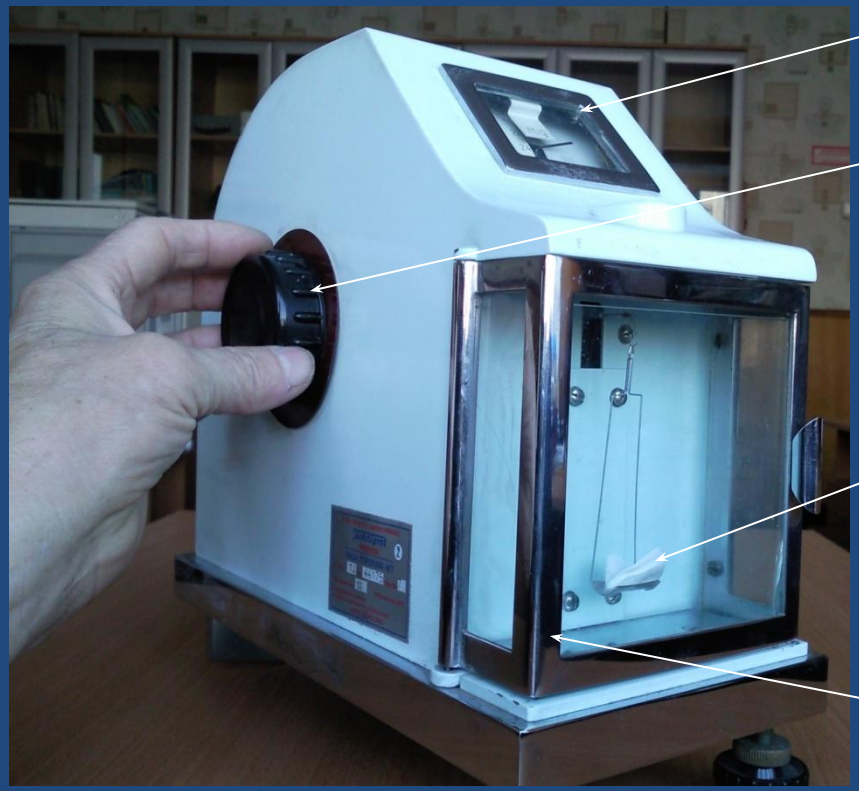


1 – стрелка нониуса;

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 стрелки 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)

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

$$Ç = 4 \times ЧСС - 255$$

где Ç – 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 Iа относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

К категории Iб 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 $м^3$,

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 $м^3$.

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 $м^3$.

Определение концентрации пыли

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

Время отбора пробы (т) , мин (обычно 20−30) :

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

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

$$Q = q \cdot т/1000, м^3;$$

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	≤ ПДК ≤ КПН	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-10	> 10	—
Слабофиброгенные АПФД**	≤ ПДК ≤ КПН	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10	> 10	—

* Высоко- и умеренно фиброгенные пыли (ПДК ≤ 2 мг/м^3).
** Слабофиброгенные пыли (ПДК > 2 мг/м^3).
*** Органическая пыль в концентрациях, превышающих 200—400 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:

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

- 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	Варианты									
	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	Iа- Iб	III	IIа-II б	III	IIа-II б	Iа- Iб	Iа- Iб	IIа-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 пылив 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

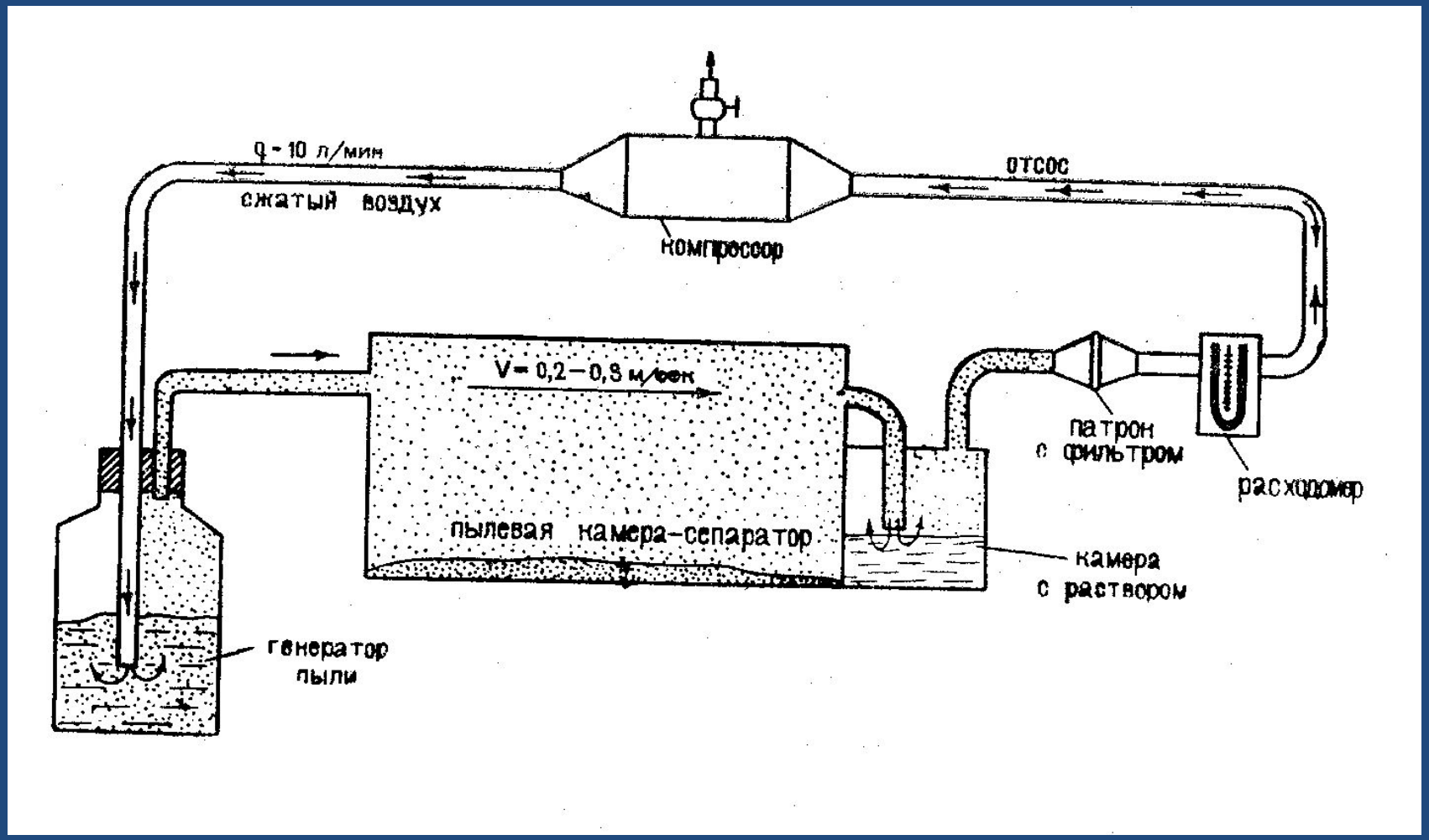
11. Поясните понятие «фильтр АФА-ВП»?
12. В чем сущность весового метода оценки запыленности воздуха?
13. Что обозначает аббревиатура «АФА-ВП-10»?
14. Как определяется режим аспирации?
15. Поясните устройство фильтра АФА-ВП-10.
16. Каков порядок подготовки фильтра к измерениям?
17. В зависимости от чего 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

Варианты	*Вопросы*							
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

Варианты	*Вопросы*							
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 скомплектовать в специальной папке эти документы, взятые из Интернета и др. источников.

.