

Лабораторная работа № 1
«Исследование запыленности воздуха
рабочих зон»

Цель работы: Изучить методы определения запылённости воздуха в рабочей зоне производственных помещений. Освоить их практическое применение. В данной работе рассмотрены весовой, экспресс-метод и счётный методы

Содержание работы:

1. Создать в пылевой камере, имитирующей производственное помещение, некоторую запылённость и весовым методом определить содержание пыли в единице объёма воздуха камеры.
2. Ознакомиться с определением запыленности воздуха экспресс - методом при помощи прибора ПРИЗ-2.
3. Ознакомиться с определением запыленности воздуха счётным методом.
4. Сравнить полученную степень запылённости с действующими нормами ГОСТ 12.1.005-88.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Пыль-это мельчайшие твёрдые (органические или неорганические) частицы, которые могут находиться в воздухе в течение длительного времени во взвешенном состоянии. Взвешенные в воздухе твёрдые частицы представляют собой дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твёрдые частицы, а дисперсной средой – воздух. Дисперсную систему взвешенных твёрдых частиц в воздухе, т.е. пыль, называют аэрозолью [1].

Если в воздухе взвешены однородные по своим физико-химическим свойствам частицы, систему называют моногенной или однофазной; если частицы различны по свойствам, то система носит название гетерогенной или многофазной.

По характеру тех веществ, из которых пыль образовалась, существует следующая классификация

1. Органическая пыль:

- растительная (древесная, хлопковая)
- животная (шерстяная, костяная)
- искусственная органическая (пластмассовая и т.п.)

2. Неорганическая пыль:

- минеральная (кварцевая» силикатная)
- металлическая (железная, алюминиевая)

3. Смешанная пыль (пыль при шлифовке металла и дерева, при зачистке литья и т.д.)[1].

Однако такая классификация недостаточна для ее гигиенической оценки. Для этой цели используется классификация пыли по её дисперсности и способу образования. В этом отношении различают аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации.

Аэрозоли дезинтеграции образуются при механическом воздействии на твёрдое вещества, например: в дезинтеграторах, дробилках, при бурении и других процессах. При этом, чем твёрже тело, тем меньше размеры образующихся частиц. Аэрозоли дезинтеграции имеют относительно большие размеры частиц.

Аэрозоли конденсации, образующиеся вследствие сгущения высоко нагретых паров при их охлаждении. Например: в воздухе конденсируются пары цинка и алюминия при их плавлении, пары цветных металлов при электросварке и т.д. Размеры частиц аэрозолей конденсации значительно меньше размеров частиц аэрозолей дезинтеграции.

Пыль может оказывать различное действие на организм: раздражающее, аллергическое, фиброгенное, токсическое. Характер действия пыли на организм зависит от физико-химических свойств пылевых частиц.

По характеру действия на организм человека промышленная пыль разделяется на раздражающую и ядовитую.

К раздражающим пылям относятся: минеральная (асбестовая, кварцевая, угольная, наждачная и пр.), металлическая (железная, чугунная, цинковая) и древесная. Проникая в лёгкие и лимфатические железы, пыль вызывает их заболевания. Продолжительная работа в условиях запылённого воздуха может привести к хроническим заболеваниям легких - пневмокониозам, которые ведут к ограничению дыхательной поверхности легких и изменениям во всем организме человека.

Ядовитые пыли свинца, ртути, мышьяка и т.д., растворяясь в биологических средах, действуют как введенный в организм яд и вызывают его отравление

Вредное воздействие пыли на организм человека зависит от количества вдыхаемой пыли, от степени дисперсности, т.е. от размеров пылинок, от формы частиц, степени твердости, электрического заряда, растворимости, и, наконец, от химического состава пыли. Количество вдыхаемой пыли зависит от степени запылённости помещения, поэтому весьма важным в деле охраны здоровья трудящихся является соблюдение требований «Общих санитарно-гигиенических требований к воздуху рабочей зоны» ГОСТ 12.1.005-88 [2].

Наиболее опасны частицы размером от 2 до 5 мкм, так как они глубже других проникают в дыхательные пути, достигая альвеол, и оседают в них; более крупные задерживаются слизистой оболочкой верхних дыхательных путей, а более мелкие выдыхаются [1].

По форме наиболее опасны пылинки с острыми зазубренными краями и игольчатые (асбест, стекло, металлы т.д.).

Пыль способна адсорбировать из воздуха некоторые ядовитые газы, благодаря чему неядовитая пыль может оказаться ядовитой, угольная пыль и сажа могут адсорбировать окись углерода.

Пыль может обладать электрическим зарядом, который облегчает осаждение её в лёгких, т.е. увеличивает количество задерживающейся пыли в организме

Пневмокониозами называют заболевания лёгких, возникающие при вдыхании пыли. Под термином «пыль» в данном случае понимают только пыли, не оказывающие какого-либо специфического действия на организм. Болезни, обусловленные пылями, имеют специальные названия. Силикоз возникает при вдыхании пыли, содержащей свободную окись кремния (кремнезём), асбестоз - при вдыхании асбестовой пыли.

Поскольку в случае пневмокониозов потенциальная опасность, связанная с вдыханием пыли, вызвана оседанием частиц в легких, важно знать, в какой мере величина осадений зависит от физических свойств пылевых частиц, определяющим из которых является дисперсный состав пыли, т.е. распределением пылевых частиц по размерам. Таким образом, опасность пыли будет зависеть от её концентрации в воздухе производственного помещения, определяемой в миллиграммах на кубический метр ($\text{мг}/\text{м}^3$) и дисперсного состава пыли, т.е. размеров пылевых частиц. Характер опасности пыли в зависимости от её дисперсного состава представлен на рис.1. Как видно из рисунка, частицы пыли с размером более 10-12 мкм практически не поступают в лёгкие и, следовательно, не представляют особой опасности. Максимальная задержка частиц пыли в лёгких наблюдается для размеров 1-2 мкм.

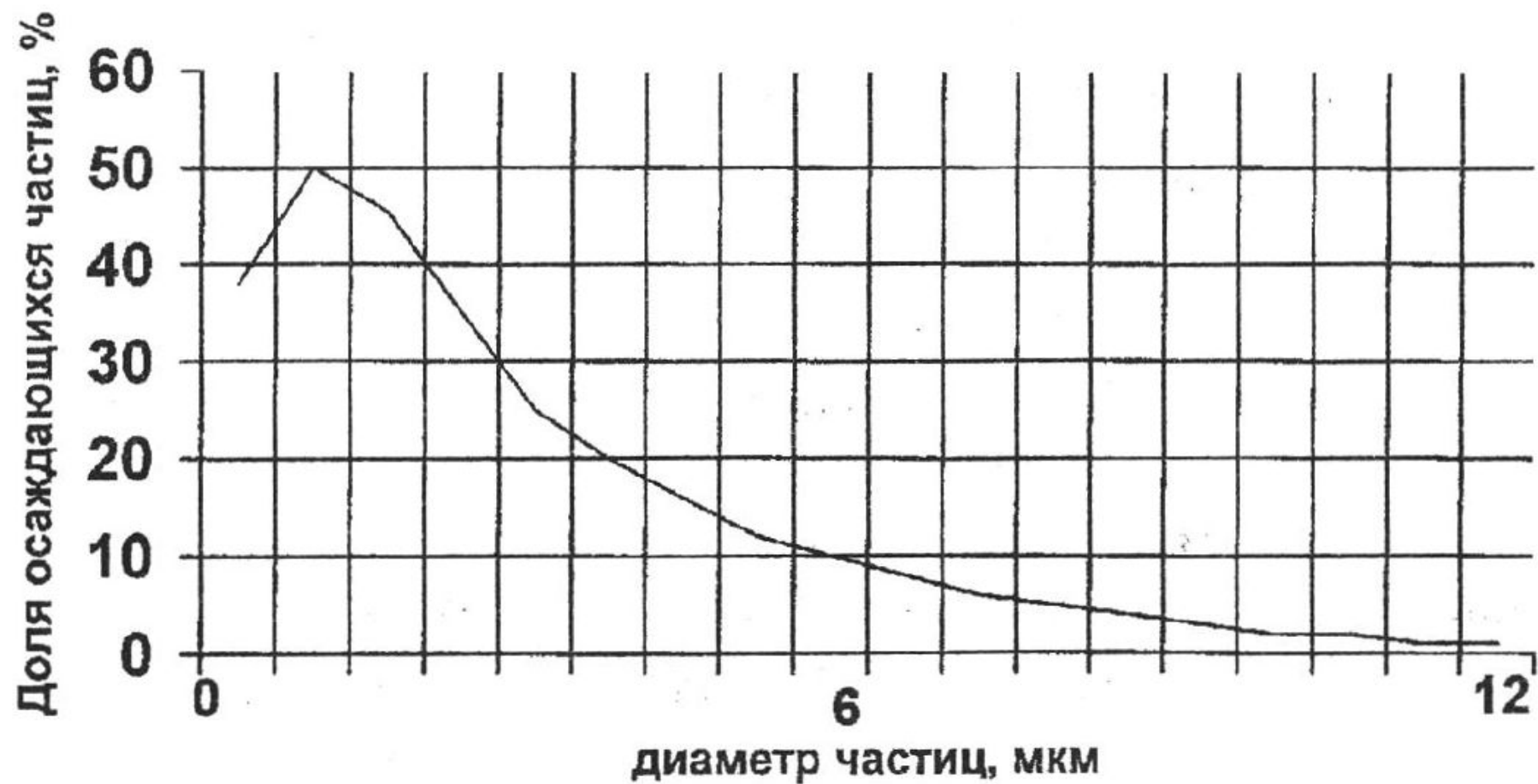


Рис. 1. Зависимость доли осаждающихся в лёгких пылевых частиц от дисперсного состава пыли.

Учитывая, что основное значение для возникновения заболеваний имеет количество осевшей в лёгких пыли, нормирование содержания пыли в воздухе производственных помещений производится по весовому методу. Для оценки потенциальной опасности пыли производится, кроме того, определение её дисперсного состава.

Содержание пыли в воздухе производственных помещений не должно превышать предельно-допустимых концентраций (ПДК), установленных нормами ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны» (см. прил.1).

Пути снижения запылённости воздуха на производстве являются:

Группа мер, предотвращающих дисперсионное измельчение и пылеобразование (соответствующая технология, принципы разрушения и т.д.).

Меры пылеподавления и пылеочистки (орошение мест пылеобразования, использование циклонов, фильтров, ультразвуковое осаждение пыли и т.д.).

Индивидуальная защита (респираторы, противогазы, марлевые повязки, спецодежда).

Кроме вредного действия на организм человека, пыль повышает износ оборудования (главным образом трущихся частей), увеличивает брак продукции. При определённом содержании горючих пылей в воздухе могут образоваться взрывоопасные смеси.

Для оценки запыленности данного помещения необходимо знать вес пыли и количество пылинок в единице объема воздуха, количественный состав пыли, растворимость и токсичность, а также форму пылинок. Согласно существующему положению, на каждом производстве систематически контролируется запыленность воздуха, степень ее дисперсности и состав пыли.

Запыленность воздуха можно определить весовым, счетным, экспресс - методом, седиментационным, электрическим и фотоэлектрическим методами.

В настоящей работе изучаются весовой, счетный и экспресс- методы.

2. ВЕСОВОЙ МЕТОД

Весовой (гравиметрический) метод позволяет определить количество миллиграммов пыли в одном кубической метре воздуха, для чего задерживается пыль из определенного объема воздуха и определяется её вес.

Расчет весовой концентрации пыли в $\text{мг}/\text{м}^3$ производится по формуле:

$$n = (m_2 - m_1) / V_0,$$

где n - весовая концентрация пыли, $\text{мг}/\text{м}^3$; m_2 - масса фильтра после отбора, мг ; m_1 - масса фильтра до отбора пыли, мг ; V_0 - объем воздуха, протянутого через фильтр, приведенный к нормальным условиям (при температуре $С^0$ и атмосферном давлении 760 мм рт. ст.), м^3

$$V_0 = V_t \cdot 273 \cdot B / (760 \cdot T),$$

где V_t - объем воздуха, протянутого через фильтр, при температуре T и давлении B , m^3 ;

$$V_t = Q \cdot t / 1000,$$

где Q - объемная скорость прибора, л/мин; t - время пробоотбора, мин

B - атмосферное давление, мм рт. ст.; T - температура анализируемого воздуха,

К

Весовая концентрация определяется следующим выражением:

$$n = 2780 \cdot T \cdot (m_2 - m_1) / (Q \cdot t \cdot B)$$

2.1. Описание установки и приборов

Установка для определения запылённости весовым методом имеет пылевую камеру, электрический aspirатор, фильтродержатель с фильтром для задержания пылевых частиц.

Пылевая камера (рис. 2) имитирует цех, в котором производится исследование воздуха. Она позволяет получить различную запылённость воздуха и представляет собой камеру с дверцей.

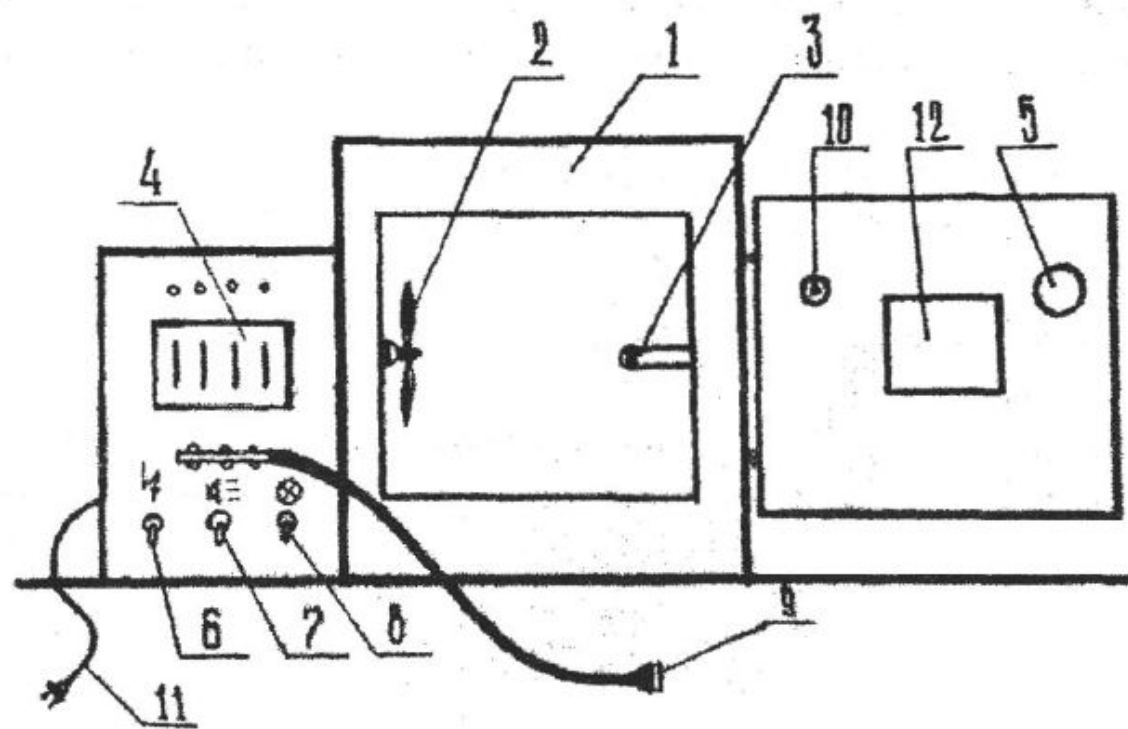


Рис. 2. Общий вид установки для определения запылённости.

1 - пылевая камера, 2 - вентилятор, 3 - подсветка, 4 - электрический аспиратор, 5 - дозатор пыли, 6 - тумблер включения сети, 7 - подсветка «ВКЛ», 8 - тумблер включения вентилятора, 9 - фильтодержатель, 10- отверстие для фильтодержателя, 11 - электрический шнур с вилкой напряжения 220 В, 12 - смотровое окно

При помощи электрического аспиратора отбираются пробы воздуха в производственных помещениях для определения степени его запылённости. Действие

прибора основано на протягивании требуемого объема запыленного воздуха с заданной скоростью через фильтр.

2.2. Порядок выполнения работы

Для выполнения лабораторной работы необходимо специальное оборудование:

- весы лабораторные аналитические ВЛА – 200
- секундомер
- шкаф сушильный ПС – 3
- эксикатор с краном (вакуумный) ЭВ
- барометр – анероид БАММ

- 2.2.1. Просушить бумажные фильтры (хранить их в эксикаторе) (рис. 3).
- 2.2.2. Установить в камере дозатор с пылью, предварительно очистив камеру, если в ней использовалась пыль другого типа.
- 2.2.3. Взвесить фильтр на аналитических весах (рис.3).
- 2.2.4. Вставить фильтр в патрон, а патрон - в воздухозаборное отверстие пылевой камеры (рис. 3, 4; рис.2 - (10)).
- 2.2.5. Включить вентилятор (рис.2 - (2)) и запылить камеру (рис.2 - (1)).
- 2.2.6. Включить аспиратор и секундомер. Время прокачки воздуха установить, исходя из создавшейся запыленности воздуха в камере, скорости отсоса с таким расчетом, чтобы вес осевшей пыли составлял не менее 2 мг. Время откачки воздуха в течение 3 - 5 мин.
- 2.2.7. Замерить температуру воздуха и барометрическое давление
- 2.2.8. Извлечь фильтр из патрона, произвести взвешивание фильтра.
- 2.2.9. По формулам произвести расчет. Ознакомиться с таблицей допустимых концентраций пыли в воздухе по существующим нормам: ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны». Сделать выводы о запыленности воздуха в камере (образец протокола представлен в приложении 2).

Недостатком весового метода является то, что он не дает представления о качественной характеристике пыли, без которой невозможна полная гигиеническая оценка запыленности. Одна и та же весовая концентрация пыли может быть при наличии в воздухе небольшого числа крупных частиц и множества мелких. С точки зрения поведения пыли в воздухе и воздействия её на организм человека, эти пыли совершенно различны. Поэтому, наряду с применением весового метода для определения запылённости воздуха используют счетный метод.

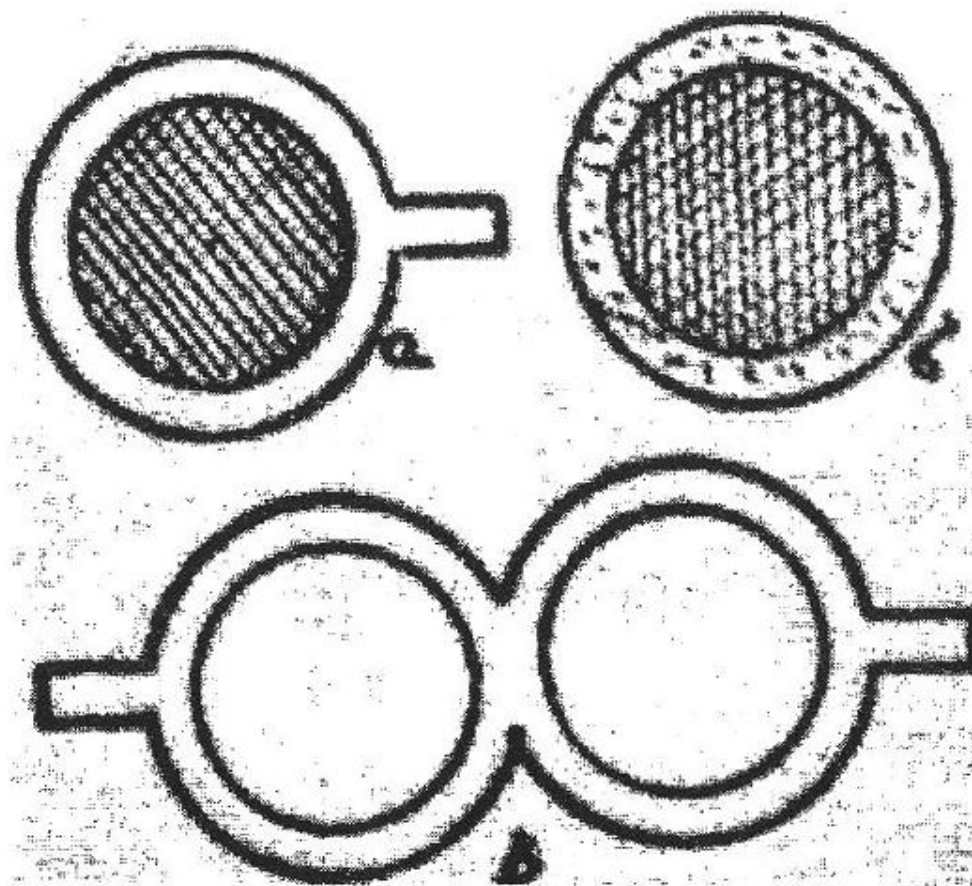


Рис.3 Фильтр АФА – ВП20

а) фильтр в кольце, б) фильтр, в) кольца

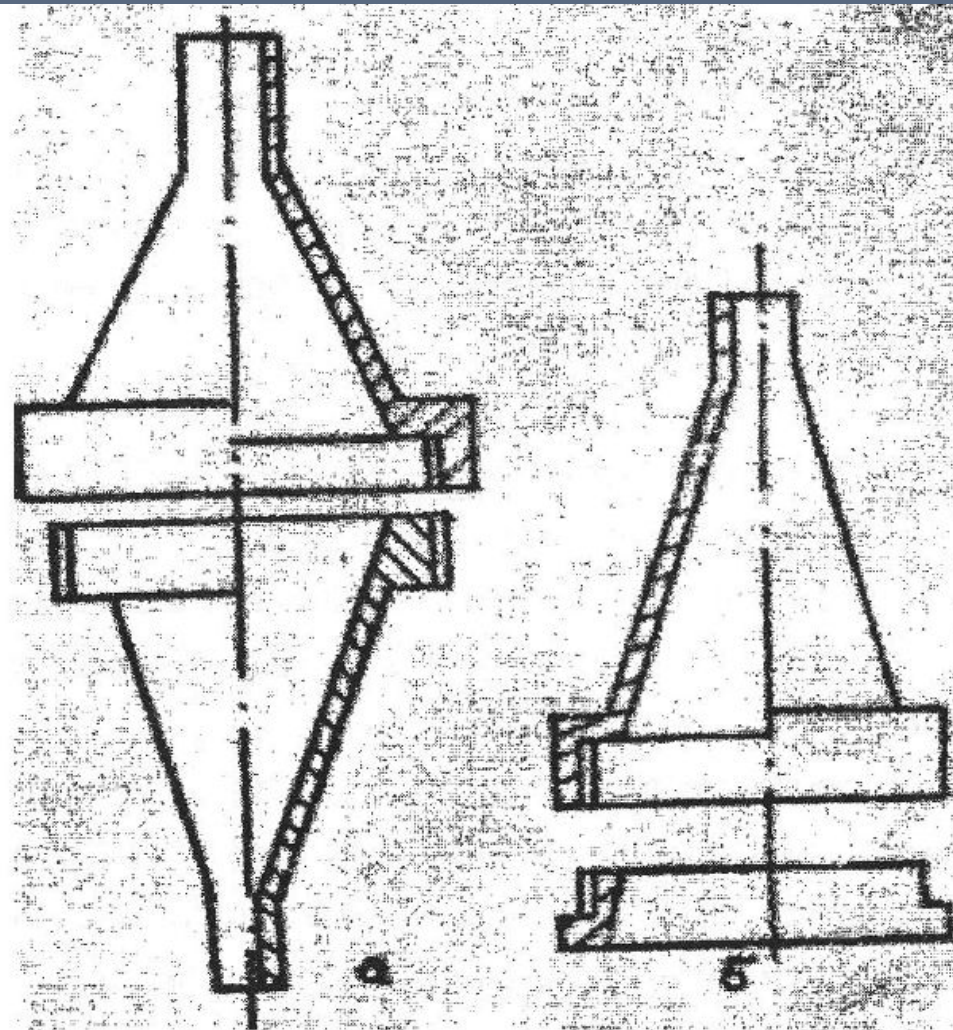


Рис. 4 Фильтродержатель
а) в сборе, б) в разобранном виде

Предельно – допустимые концентрации пыли в рабочей зоне производственных помещений ГОСТ 12.1. 005 – 88

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПДК, мг/м ³
1	2	3
1.	Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	2
2.	Оксид алюминия (в том числе с примесью двуоксида кремния) в виде аэрозоли конденсации	2
3.	Оксид алюминия в виде дезинтеграции (глинозем, электрокорунд, монокорунд)	6
4.	Оксид алюминия (электрокорунд) в смеси со сплавом никеля до 15%	4
5.	Барит	6
6.	Бора карбит	6
7.	Доломит	6
8.	Железа оксид с примесью оксидов марганца до 3%	6
9.	Железа оксид с примесью фтористых или от 3 до 6% марганцевых соединений	4
10.	Железные и никелевые агломераты	4
11.	Известняк	6
12.	Кремнеземсодержащие пыли:	1
	а) кремния двуокись кристаллическая: кварц, кристоболит, тридимит (при содержании её в пыли свыше 70%), кварцит, диас и др.;	1
	б) кремния двуокись аморфная а виде аэрозоли конденсации при содержании её в пыли свыше 70% (возгоны электротермического производства кремния и кремнистых ферросплавов, аэросил – 300 и др.);	1
	в) кремния двуокись аморфная в смеси с оксидами марганца в виде аэрозолей конденсации с содержанием каждого из них не более 100%;	1
	г) кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 10 до 70% (гранит, шамот, слюда – сырец, углеродная пыль и др.);	2
	д) кремния двуокись кристаллическая или содержание её в пыли от 2 до 10% (горючие кукерситные сланцы, медносulfитные руды, угольная пыль, глина и др.)	4
13.	Кремнемедистый сплав	4
14.	Кремния карбит (карборунд)	6
15.	Магnezит	10
16.	Силикаты и силикатосодержащие пыли:	2
	а) асбест природный и искусственный, а также смешанные асбестопродукты пыли при содержании в них асбеста более 10% ;	6
	б) асбестоцемент ;	6

	в) асбестобакелевит (вогонит) асбесторезина	8
	г) тальк, слюда – флагошит, мусковит;	4
	д) стеклянное и минеральное волокно;	4
	е) цемент, оливин, апатит, форстерит	6
17.	Пыль растительного и животного происхождения:	2
	а) с примесью двуокиси кремния более 10% (зерновая, лубяная, хлопковая, льняная, пуховая, шерстяная и др.);	4
	б) с примесью двуокиси кремния от 2 до 10%;	6
	в) с примесью двуокиси кремния менее 2% (мучная, хлопчатобумажная, древесная и др.)	
18.	Тантал и его окислы	10
19.	Титан и его двуокись	10
20.	Углероды пыли:	
	а) кокс нефтяной, пековый, сланцевый, электродный;	6
	б) алмазы природные и искусственные;	8
	в) каменный уголь с содержанием двуокиси кремния менее 2%	10
21.	Фосфорит	6
22.	Чугун	6
23.	Чугун в смеси с электрокорундом до 20%	6
24.	Пыль древесная.	6

**10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА УСЛОВИЙ ТРУДА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ (ПРЕВЫШЕНИЕ ПДК, рад)**

Вредные вещества	Классы условий труда						
	1-й оптимальн ый	2-й допустим ый	3-й вредный				4-й опасный экстремальн ый
			1-й степен и (3.1)	2-й степен и (3.2)	3-й степен и (3.3)	4-й степен и (3.4)	
Концентрац ии пыли	0,5 ПДК	≤ПДК	1,1-2 ПДК	2,1-5 ПДК	5,1-10 ПДК	> 10 ПДК	> 20 ПДК

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ

№ опы-та	Ме-сто от-бора про-бы	Темпе-ратура воздуха в по-меще-нии, °С	Атмо-сферное давле-ние, мм рт. ст.	Вес фильт-ра до отбора пробы, мг	Вес фильтра после отбора пробы, мг	Вес задер-жан-ной пыли, мг	Дли-тель-ность опыта, мин	Объём прошед-шего через фильтр воздуха, приведённый к норм. условиям, м ³	Концен-трация пыли в воздухе, мг/м ³	Предельно допустимая концентра-ция пыли по нормам, мг/м ³	Пр им еч ание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

