

Лабораторная работа № 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ, ДИСПЕРСНОСТИ ПЫЛИ И МОРФОЛОГИИ ЧАСТИЦ

Цель работы: ознакомиться с общими характеристиками пылей, воздействием их на организм человека, пожароопасными свойствами пылей, оборудованием и приборами для изучения пыли, нормативными документами по нормированию пыли; научиться определять фактическую концентрацию пыли в воздухе, дисперсность частиц и их морфологию.

Приборы и оборудование: установка для исследования запыленности воздуха, аналитические весы, микроскоп, фильтры типа АФА или ФПП.

1. Общие положения

Промышленные пыли (аэрозоли) – это тонкодисперсные частицы, образующиеся при различных производственных процессах и способные длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии.

Промышленную пыль классифицируют по различным признакам: происхождению, составу, действию на организм человека, степени дисперсности, химическому составу, электрическим и магнитным свойствам, пожаро- и взрывоопасности и т. д.

По происхождению аэрозоли подразделяются на пыли дезинтеграции и пыли конденсации. **Пыли дезинтеграции** образуются при дроблении, измельчении, помоле, резании и других механических процессах. Они характеризуются полидисперсностью, а частицы пыли имеют неправильную форму. **Пыли конденсации** образуются в результате охлаждения и конденсации паров расплавленных масс (металлов, стекломассы, расплавов солей, насыщенных растворов и т. п.). В этом случае образующиеся частицы пыли имеют округлую, овальную, более правильную форму, они характеризуются высокой дисперсностью.

По составу пыль подразделяют на органическую, неорганическую и смешанную.

– **органическая пыль:**

- а) растительная (древесная, хлопковая и др.);
- б) животная (шерстяная, костная и др.);
- в) искусственная (пыль пластмасс, резины);

– **неорганическая пыль:**

- а) минеральная (кварцевая, силикатная и др.);
- б) металлическая (железная, алюминиевая и др.).

– **смешанная пыль** (пыль, образующаяся при шлифовке металла, при очистке литья и др.).

По размеру мелкодисперсные частицы разделяют на три основные группы:

1) частицы с размером более 10 мкм, оседающие в неподвижном воздухе с возрастающей скоростью, недиффундирующие;

2) частицы с размером от 0,1 до 10 мкм, оседающие в воздухе с постоянной скоростью, условно называемые «туманом»;

3) частицы с размером менее 0,1 мкм, находящиеся в постоянном броуновском движении и энергично диффундирующие. Пыль такой крупности почти не оседает и по своим свойствам приближается к молекулам газа.

Характер биологического действия пыли обуславливается главным образом дисперсностью пылевых частиц. С этим фактором связана как длительность пребывания взвешенной пылевой частицы в воздушной среде, так и глубина ее проникновения в дыхательные пути. Однако при оценке влияния пыли на организм определенное значение имеют и ее физико-химическая активность, электростатический заряд и другие свойства.

Известно, что частицы пыли с диаметром более 10 мкм практически не содержатся во взвешенном состоянии в неподвижном воздухе, поскольку скорость их оседания достаточно велика (например, для кварцевой частицы она составляет порядка 8 мм/с). Кроме того, такая пыль практически не проникает глубоко в органы дыхания. Она задерживается в основном в верхних дыхательных путях.

Частицы размером около 6 мкм способны проникать глубже в легкие, но они оседают главным образом в верхних бронхах. Значительная часть задержанной пыли при этом удаляется из органов дыхания при чихании и кашле.

Частицы размером менее 0,1–0,2 мкм наиболее долго могут существовать в виде аэрозоля, а, кроме того, при вдыхании запыленного воздуха проникают в самые малые по размеру бронхи легких. Тем не менее, установлено, что такая пыль мало патогенна. Связано это с тем, что частицы такого размера подвержены броуновскому движению, плохо оседают на внутренних поверхностях бронхов и вновь удаляются из легких при выдохе.

Наибольшую опасность для человека представляют пыли дезинтеграции с размером пылинок до 5 мкм (особенно фракция 1–2 мкм) и пыли конденсации с частицами менее 0,3–0,4 мкм, наиболее глубоко проникающие и задерживающиеся в легких.

В соответствии с современными представлениями форма и консистенция частиц решающего значения на возникновение патологических изменений в организме не оказывают. Однако доказано, что с гигиенической точки зрения весьма важными характеристиками пылей являются:

– *электрические свойства* пыли. Имеются данные, указывающие на то, что процент задержки в дыхательных путях электрически заряженных пылинок в 2–3 раза больше, чем нейтральных. Знак заряда не является решающим фактором в оценке токсикологии пыли;

– *химический состав* пыли влияет на ее биологическую активность. Различают четыре вида биологического воздействия пыли:

- *фиброгенное воздействие*, т. е. свойство пыли вызывать фиброз – разрастание соединительной ткани (рубцовой ткани), которая не обладает свойством обеспечивать диффузий газов из легких в кровеносные сосуды; фиброгенность пыли зависит главным образом от содержания в ней свободной двуокиси кремния;

- *аллергенное воздействие*, т. е. свойство пыли вызывать у человека повышенную чувствительность к повторному воздействию пыли (например, пыль канифоли, хлопка, соломы, сосны, шерсти и т. д.);

- *токсическое воздействие*, т. е. способность некоторых видов пыли (в основном металлов) всасываться в кровь, вызывая общее отравление организма;

- *раздражающее действие* – свойство пыли некоторых веществ вызывать раздражение слизистых оболочек дыхательных путей, которое сопровождается чиханием, кашлем, местными воспалительными процессами;

К раздражающим пылям относятся:

а) *минеральная* – песочно-кварцевая, корундовая пыль, образующаяся, например, при заточных и шлифовальных процессах на станках с абразивными кругами; пыль, образующаяся при различных технологических операциях (размоле, просеивании, смешивании, транспортировке и т. п.);

б) *металлическая* – чугунная, железная, медная, алюминиевая, цинковая и другие, образующиеся при разных видах механической обработки металлов;

в) *древесная*, образующаяся при обработке древесины;

г) *полимерная*, возникающая на различных стадиях технологических процессов переработки полимеров (полиэтиленовая, полистирольная, фенолформальдегидная и т. д.).

– *растворимость* пыли в воде и тканевых жидкостях может иметь положительное и отрицательное значение. Если пыль нетоксична и действие ее на ткань сводится к механическому воздействию, хорошая растворимость такой пыли относится к благоприятным факторам, способствующим быстрому удалению ее из легких. В случае токсичной пыли хорошая растворимость является отрицательным фактором.

Не вся пыль, попадающая в дыхательные пути, достигает легких: часть ее задерживается в верхних дыхательных путях, в первую очередь, в полости носа. Волоски слизистой оболочки носа, извилистые ходы, липкая слизь, покрывающая внутреннюю поверхность дыхательных путей, мерцательный эпителий слизистой носа являются отличными механизмами, задерживающими пылевые частицы.

Значительная часть (в среднем 50%) задержанной пыли выделяется при чихании и кашле.

В легких происходит процесс фагоцитоза пылевых частиц. **Фагоцитоз** является защитной функцией организма и способствует очищению легких от пыли за счет захвата частиц пыли белыми кровяными тельцами (фагоцитами) и выведения их по лимфатическим узлам.

Однако при систематическом воздействии большого количества пыли этих защитных реакций организма становится недостаточно и в организме развиваются патологические изменения.

Пылевая патология является в основном легочной патологией и известна в виде профессионального заболевания – **пневмокониоза**. Однако воздействие промышленной пыли может способствовать также более частому проявлению и более тяжелому течению ряда неспецифических легочных заболеваний.

Пневмокониоз имеет ряд разновидностей, носящих название соответствен-

но вдыхаемой пыли: **силикоз** – при вдыхании кварцевой пыли, **антракоз** – угольной, **асбестоз** – асбестовой, **сидероз** – железной, **амилоз** – мучной и крахмальной пыли и т. д.

Наиболее фиброгенным является кристаллический кремний, менее активен аморфный, но в виде аэрозолей конденсации двуокиси кремния он не менее фиброгенен, чем кристаллический. Поэтому силикоз является наиболее опасной формой пневмокониоза.

Силикоз характеризуется тяжелыми склеротическими изменениями в органах дыхания. Одновременно значительные нарушения происходят в нервной, сердечно-сосудистой и лимфатической системах, в желудочно-кишечном тракте. Следовательно, силикоз является заболеванием всего организма.

В процессе протекания силикоза различают три стадии.

Начальная стадия характеризуется неясно выраженной клинической картиной. Человек жалуется на одышку при физических нагрузках, сухой кашель. Установить начало заболевания можно, проведя рентген легких. На рентгенограмме видно усиление легочного рисунка, у корня легкого появляются небольшие склеротические узелки диаметром менее 1 мм, наблюдаются участки затемнения легких, поскольку в лимфатических сосудах скапливаются фагоциты вместе с захваченными ими пылевыми частицами.

На *второй стадии* заболевания у человека появляется одышка даже при ходьбе. На рентгенограмме легких видны затемнения легких в виде отчетливо проявляющихся склеротических узелков.

На *третьей стадии* заболевания наблюдается резкая одышка, свидетельствующая о значительной затрудненности работы сердца вследствие развития изменений в легких, наступают признаки недостаточности сердечно-сосудистой системы. Альвеолы легких теряют свои защитные свойства против туберкулезных палочек, поэтому на третьей стадии заболевания пневмокониозом часты осложнения в виде туберкулеза легких. В результате в легких образуются каверны, которые являются причиной кровохарканья. На рентгенограмме легких отчетливо видны крупные узелки рубцовой ткани, каверны. Эта стадия заболевания практически не поддается лечению.

Если пыль не содержит окиси кремния и нетоксична, то в результате ее вдыхания происходит механическое забивание легких пылевыми частицами. При таких формах пневмокониоза болезнь протекает в более легких формах и со временем, если человек больше не подвергается воздействию пыли, легкие самоочищаются.

По этой причине нормируются различные предельно допустимые концентрации (ПДК) пылей в рабочей зоне в зависимости от содержания в них кремнезема. Все пыли по этому признаку делятся на три группы.

1. Пыли с содержанием кремнезема свыше 70% (кварцит, кристобалит и др.) имеют ПДК 1 мг/м³.

2. Пыли с содержанием кремнезема от 10 до 70% (гранитная, шамотная, углелесная и др.) должны иметь концентрацию в воздухе рабочей зоны не более 2 мг/м³.

3. Пыли с содержанием кремнезема от 2 до 10% (горючие сланцы, глина и

др.) имеют ПДК 4 мг/м³.

Производственная пыль наряду со специфичным заболеванием – пневмокониозом может вызывать у человека ряд неспецифичных болезней дыхательных путей и других органов, например заболевания глаз (конъюнктивит), кожи (асбестовые бородавки, фурункулез, угреватость и т. д.), верхних дыхательных путей (катар верхних дыхательных путей, туберкулез легких, пневмония и т. д.).

Пыль способна адсорбировать из воздуха некоторые ядовитые вещества, поэтому сама может оказаться ядовитой. Например, угольная пыль и сажа могут адсорбировать оксид углерода, пары толуола, бензола, бензпирен и др.

Профессиональные отравления и заболевания обычно наблюдаются только при определенной концентрации токсичного вещества в воздухе.

Концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, 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 рабочего стажа не может вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений, называется **предельно допустимой концентрацией**.

Рабочая зона – это пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или непостоянного (временного) пребывания работающих.

ПДК пыли в воздухе рабочих помещений устанавливаются на основании специальных исследований и результатов профессиональных осмотров рабочих и утверждаются органами здравоохранения. Величины ПДК приведены в Санитарных нормах и правилах «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенических нормативах «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами». утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 № 92.

Для населенных мест предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе примерно от 10 до 100 раз ниже, чем ПДК в воздухе производственных помещений, где человек находится ограниченное время.

Предельно допустимые концентрации пыли некоторых веществ приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Предельно допустимые концентрации пыли

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³
1	2
Абразивный порошок из медеплавильного шлака	10
Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	2

1	2
Алюминия оксид в виде аэрозоля дезинтеграции (глинозем, электрокорунд, монокорунд)	6
Аскорбиновая кислота	2
Вольфрам	6
Доломит	6
Железо	10
Зола	4
Известняк	6
Калий нитрат	5
Карбид	10
Керамика	2
Крахмал	10
Магний оксид	4
Медь, молибден	0,5
Органическая мучная пыль	0,2
Поликарбонат	10
Пыль доменного шлака	6
Пыли растительного и животного происхождения:	
а) с примесью диоксида кремния от 2 до 10%	4
б) зерновая	4
в) лубяная, хлопчатобумажная хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая и др. (с примесью диоксида кремния более 10%)	2
г) древесная и др. (с примесью диоксида кремния менее 2%)	6
д) хлопковая мука (по белку)	0,5
Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	0,05
Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты:	
а) асбесты природные (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнези-арфведсонит) и синтетические асбесты, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 20%	0,5
б) асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5%, оксида хрома не более 7%, оксида железа не более 10%	4
в) высокоглиноземистая огнеупорная глина, цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый	8
г) пыль стекла и стеклянных строительных материалов	2
д) слюды (флагопит, мусковит), тальк, талькопородные пыли (природные смеси талька с тремолитом, актинолитом, антофиллитом и др.), содержащие до 10% свободного диоксида кремния	4
Табак	3
Углерода пыли:	
а) коксы каменноугольные, пековые, нефтяные, сланцевые	6
б) другие ископаемые угли и углепородные пыли с содержанием свободного диоксида кремния до 5%	10
Целлюлоза	2
Чугун в смеси с электрокорундом до 30%	6

В соответствии с нормами, предельно допустимое содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны (в том числе и для смесей аэрозолей в сумме) не должно

превышать 10 мг/м³.

К мероприятиям по борьбе с загрязнением воздуха пылью и защите организма человека от ее воздействия относятся:

- рационализация технологических процессов, устраняющая образование пыли, паров и газов или удаляющая вредные вещества из технологического процесса;

- герметизация промышленного оборудования;

- улавливание и нейтрализация промышленных выбросов;

- устройство общеобменных и местных вентиляционных систем;

- санитарно-гигиеническое содержание производственных помещений и выполнение работающими правил личной гигиены;

- использование индивидуальных средств защиты и ношение спецодежды;

- профессиональный отбор лиц для работы во вредных цехах и их периодический медицинский осмотр;

- инструктаж и обучение работающих безопасным приемам труда.

При работе в сильно запыленных помещениях надлежит пользоваться индивидуальными средствами защиты: респираторами (маска со специальными фильтрами); кислородно-изолирующими приборами; устройствами, подающими свежий воздух для вдыхания извне, а также противопыльными очками и спецодеждой.

Кроме вредного действия на организм человека, пыль повышает износ оборудования (главным образом трущихся частей), увеличивает брак продукции.

Взвешенные в воздухе пыли способны образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, а осевшие пыли могут гореть. По пожарной опасности пыли во много раз превосходят материалы, из которых они получены. Это объясняется большей удельной поверхностью пылей по сравнению с начальным материалом.

ГОСТ 12.1.041-83 ССБТ «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей» дает понятие горючей пыли, перечень показателей, характеризующих ее, и методы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности оборудования и технологических процессов при наличии в них горючих пылей.

Горючая пыль – это дисперсная система, состоящая из твердых частиц, размером менее 850 мкм, находящихся во взвешенном или осевшем состоянии в газовой среде, способная к самостоятельному горению в воздухе нормального состава.

По *горючести пыли* подразделяются на три группы – негорючие, трудногорючие и горючие.

Горючие пыли, находящиеся во взвешенном состоянии в газовой среде, характеризуются следующими показателями пожаровзрывоопасности:

- нижним концентрационным пределом распространения пламени (воспламенения) (НКПРП, НКПВ);

- минимальной энергией зажигания (W_{\min});

- максимальным давлением взрыва (P_{\max});

- скоростью нарастания давления при взрыве ($\Delta P/\Delta \tau$);

- минимальным взрывоопасным содержанием кислорода (МВСК).

Горючие пыли, находящиеся в осевшем состоянии в газовой среде, характеризуются следующими показателями пожаровзрывоопасности:

- температурой воспламенения;
- температурой самовоспламенения ($T_{св}$);
- температурой самовозгорания;
- температурой самонагревания;
- температурой тления;
- температурными условиями теплового самовозгорания;
- минимальной энергией зажигания (W_{min});
- способностью взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами.

Определения этих показателей смотрите в лабораторной работе № 4.

Взрываемость пыли зависит от ее крупности, концентрации в воздушной среде, наличия кислорода в смеси, детонации взрыва и других факторов.

По степени взрываемости пыли делятся на три класса:

I класс – легковоспламеняющиеся пыли, в которых происходит быстрое распространение пламени. Источник тепла для них может быть относительно невелик (пламя зажженной спички);

II класс – легковоспламеняющиеся пыли, распространение пламени в которых требует высокотемпературного источника тепла или длительно действующего источника;

III класс – пыли, пламя которых в производственных условиях не распространяется. Они малоспособны образовывать в воздухе облако или содержат большое количество негорючих веществ. Горючие пыли становятся взрывоопасными, если нижний концентрационный предел их взрываемости не превышает 65 мг/м^3 .

Показатели пожаровзрывоопасности некоторых горючих пылей, находящихся во взвешенном состоянии, и температура самовоспламенения горючих пылей в осевшем состоянии приведены в табл. 6.2.

В связи с вышеизложенным, необходимо регулярно определять концентрацию пыли в воздухе производственных помещений.

Для определения запыленности воздуха необходимо вначале отобрать пробу воздуха из рабочей зоны, а затем выделить из нее пыль для дальнейшего исследования.

Для отбора проб воздуха существует несколько методов:

аспирационный – основан на просасывании воздуха через пористые материалы (хлопчатобумажная вата, минеральная вата, шерсть, бумажные фильтры) или жидкости (воду, масла). Однако чаще всего используют стандартные фильтры. Практически наибольшее распространение находят фильтры марок АФА-ВП-20, АФА-ХП-20, АФА-ХА-20, АФА-ВП-10, ФПП, изготовленные из различных полимерных фильтрующих материалов;

седиментационный – основан на естественном оседании пыли на стеклянные пластинки с последующим расчетом массы пыли на 1 м^2 поверхности;

электростатический – заключается в создании поля высокого напряже-

ния, в котором пылевые частицы электризуются и притягиваются к электродам;
фотометрический – регистрируются пылевые частицы с помощью сильного бокового света;

радиоизотопный – основан на определении массы задержанной фильтром пыли по степени ослабления потока β -частиц, прошедших через фильтр до его запыления и после.

Таблица 6.2

Показатели пожаровзрывоопасности пылей

Горючее вещество	НКПВ, г/м ³	W_{\min} , мДж	$T_{\text{св}}$, °С	P_{\max} , кПа	$\frac{\Delta P}{\Delta \tau}$, кПа/с	МВСК, % об.
Полимер метилметакрилата	30	20	–	590	14 000	8
Полимер акрилнитрила	25	20	–	630	77 330	13
Смола фенольная	25	10	460	550	12 000	–
Полистирол	25	15	488	720	29 000	10
Полипропилен	32,7	3,4	395	–	–	–
Полиэтилен	12	30	440	560	–	13
Витамин С	60	20	280	610	33 200	–
Витамин А	45	80	250	570	35 000	–
Алюминий	10	0,025	470	60	63 000	2
Древесная мука	13–25	20	255	770	17 000	17
Торфяная пыль	50	41	205	250	9 200	11
Крахмал зерновой	40	30	625	770	–	10
Мука пшеничная в/с	28,8	50	380	650	13 000	11
Декстрин	40	–	400	680	19 300	10
Резиновая мука	74–79	2	377	550	20 000	14

В настоящей работе используется один из наиболее распространенных в практике аспирационный метод отбора проб воздуха. Практически наибольшее распространение находят фильтры марок АФА, ФПП, изготовленные из полимерных фильтрующих материалов.

Запыленность воздуха характеризуется массой пыли, содержащейся в единице объема (мг/м³).

2. Экспериментальная часть

2.1. Описание установки для исследования запыленности воздуха

Установка состоит из пылевой камеры 8 и приборного отсека 1 (рис. 6.1).

Пылевая камера служит для имитации производственного помещения с запыленным воздухом.

Поворотом ручки бункера-дозатора 9 исследуемая пыль вносится в пылевую камеру, где распыляется с помощью вентилятора. На правой стенке камеры установлен фонарь, который позволяет визуально определить наличие пыли в камере. На передней стенке пылевой камеры имеется штуцер 11, служащий для отбора проб воздуха. Отбор воздуха производится патроном, в который вставляются аэрозольные фильтры АФА-В-10 или АФА-В-18, изготовленные из пер-

хлорвинилового фильтрующего материала (ткани Петрянова).

В приборном отсеке установлены аспиратор, позволяющий отбирать пробы воздуха с различной скоростью, и блок управления. В свою очередь, аспиратор состоит из воздуходувки и 4-х ротаметров 6 (отсчет скорости движения воздуха производится по верхнему краю поплавков).

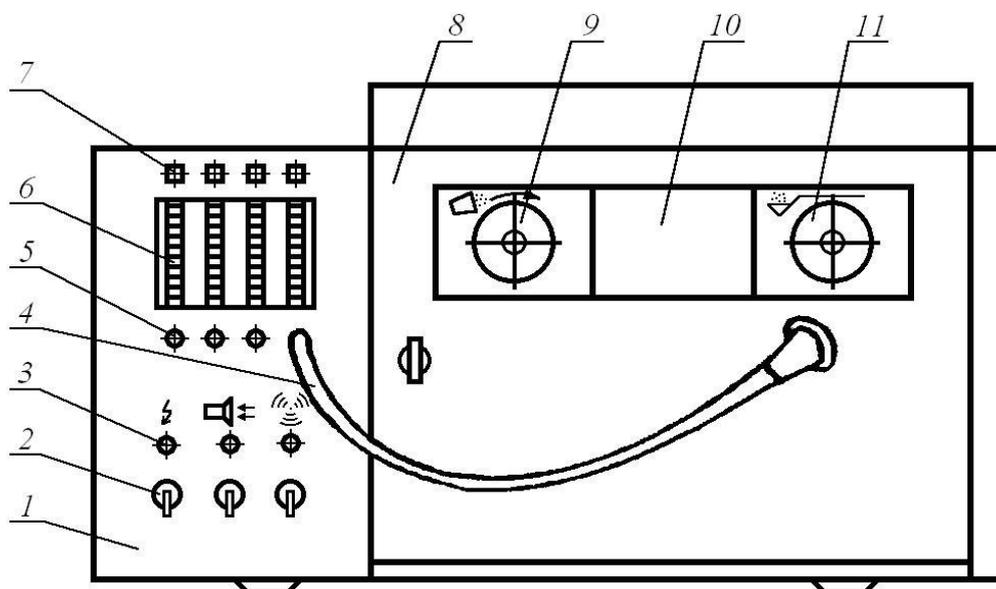


Рис. 6.1. Установка для исследования запыленности воздуха:
1 – приборный отсек; 2 – тумблеры; 3 – индикаторные лампы;
4 – пробоотборная трубка; 5 – штуцеры; 6 – ротаметры; 7 – вентили;
8 – пылевая камера; 9 – ручка бункера-дозатора; 10 – смотровое окно;
11 – пробоотборный штуцер

2.2. Порядок выполнения работы

2.2.1. Определение запыленности воздуха

1. Ознакомиться с установкой. Выяснить у преподавателя, какая пыль загружена в камеру. Включить тумблер «Сеть».

2. Взвесить фильтр с точностью до 0,1 мг.

Для этого вставьте сетевой адаптер электронных весов в розетку. Нажмите клавишу «→ 0/T ←»_{On}. При этом на короткое время засветятся все сегменты дисплея, затем индикация веса «* 0.0 mg». Если необходимо обнулить весы, кратко нажмите клавишу «→ 0/T ←»_{On}.

Откройте шторку и поместите на платформу весов фильтр. На дисплее появится масса фильтра. Если загорается индикатор «*», значит результат взвешивания стабилен. Извлеките фильтр и закройте шторку.

Чтобы выключить весы, удерживайте клавишу «Mode off» пока на дисплее не появится индикация «OFF».

3. Вставить фильтр в патрон, не присоединяя к пылевой камере. Включить тумблер «Аспиратор» и вращением ручки вентиля ротаметра 7, к которому подсоединен патрон с фильтром, установить скорость прохождения воздуха

15 л/мин. Вентили трех других ротаметров должны быть закрыты. Отключить тумблер аспиратора.

4. Подсоединить взвешенный фильтр к пылевой камере с помощью пробоотборной трубки 4.

5. Включить тумблер «Вентилятор», в результате чего в камере создается запыленная среда.

6. Включить аспиратор на 5 мин по секундомеру и произвести отбор пробы воздуха.

7. Установку отключить от электросети, для чего тумблеры поставить в положение «Выкл.».

8. Достать фильтр из патрона и взвесить его.

9. Запыленность воздуха определить из выражения

$$C = \frac{(g_2 - g_1) \cdot 1000}{V \cdot t}, \quad (6.1)$$

где g_2 – масса фильтра с пробой, мг; g_1 – масса чистого фильтра, мг; V – скорость отбора пробы, л/мин; t – продолжительность отбора пробы, мин.

Результаты замеров заносятся в табл. 6.3.

Полученные результаты сопоставить с нормами «Перечень регламентируемых в воздухе рабочей зоны вредных веществ» (табл. 6.1) и нижним концентрационным пределом воспламенения (если пыль горючая по табл. 6.2). Сделать вывод.

Таблица 6.3

Результаты определения запыленности воздуха

Масса фильтра, мг		Продолжительность отбора t , мин	Показания ротаметра V , л/мин	Объем воздуха, м ³	Концентрация пыли, мг/м ³		
начальная	конечная				фактическая	ПДК	Нижний предел воспламенения

2.2.2. Определение дисперсного состава пылей

Недостатком аспирационного, да и других существующих методов является то, что они не могут дать полной гигиенической оценки пыли. Одно и то же массовое содержание пыли может быть при наличии в воздухе как небольшого количества крупных частиц, так и множества мелких. Однако поведение пыли в воздухе и действие ее на организм в зависимости от дисперсности совершенно различны.

Характер опасности пыли в зависимости от ее дисперсного состава представлен на рис. 6.2.

Как видно из рис. 6.2, частицы пыли размером 10–12 мкм практически не поступают в легкие и, следовательно, не представляют собой опасности. Максимальная задержка пыли в легких наблюдается для размеров частиц 1–2 мкм.

Поэтому данные о массовом содержании пыли в воздухе должны быть дополнены определением ее дисперсности. Для характеристики дисперсности пыли определяют процентное содержание частиц, имеющих размеры до 2 мкм, от 2 до 5 мкм, от 5 до 10 мкм и больше 10 мкм.



Рис. 6.2. Задержка пылевых частиц в легких в зависимости от дисперсного состава пыли

Подготовка препаратов методом просветления заключается в следующем. Фильтры АФА, использованные ранее для определения массового содержания пыли в воздухе, укладывают фильтрующей поверхностью на предметное стекло и препарат держат в течение нескольких минут над парами ацетона, подогреваемого на водяной бане, спиртовой или газовой горелке. Ткань фильтра расплавляется, приобретая вид прозрачной пленки, в которой под микроскопом хорошо видны фиксированные пылевые частицы.

Определение дисперсности методом микроскопии проводится с помощью окулярного микрометра (рис. 6.3). Он представляет собой линейку, нанесенную на стекле округлой формы, диаметр которого соответствует внутреннему диаметру трубки окуляра микроскопа.

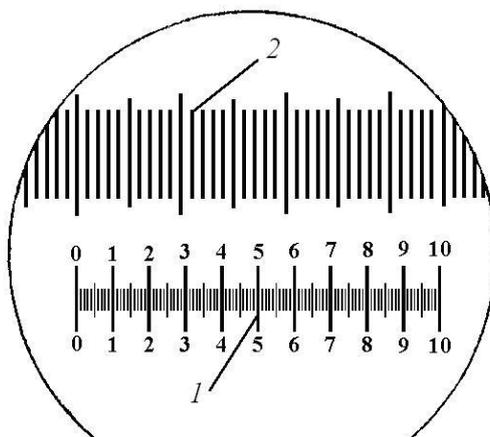


Рис. 6.3. Измерение величины окулярной микрометрической линейки:
1 – окулярная микрометрическая линейка; 2 – объектив-микрометр

Перед определением размеров пылевых частиц предварительно определяют цену деления линейки с помощью объектива-микрометра 2. Он представляет собой закрепленный в металлической пластинке стеклянный круг, на поверхности которого нанесены линии с интервалом в 10 мкм (всего на расстоя-

нии 1 мм нанесено 100 линий). Объектив-микрометр помещают на оптический столик микроскопа и находят указанные линии под малым увеличением, центруют в поле зрения, после чего переводят под большое увеличение или иммерсию. Далее извлекают окуляр микроскопа, снимают верхнюю крышку, помещают в него окулярную микрометрическую линейку, закрывают крышку окуляра и устанавливают его в микроскоп. После чего совмещают линии объектива-микрометра с краем окулярной микрометрической линейки так, как это показано на рис. 6.3, и высчитывают цену делений линейки.

Далее пылевой препарат устанавливают на столик микроскопа вместе с объективом-микрометром и производят измерения при тех оптических условиях, при которых определена цена делений окулярного микрометра. Для этого подводят по очереди каждую пылинку подряд без выбора под линейку, определяя размер у 25–30 пылинок по наибольшему их диаметру. Результаты отмечают каким-либо знаком в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Результаты определения дисперсного состава пыли

Величина пылинок, мкм	До 2	От 2 до 5	От 5 до 10	Больше 10	Всего пылинок	Средний диаметр
Количество пылинок						
Процентное содержание					100	

Пользуясь графиком (рис. 6.2), определяют возможную задержку исследуемой пыли в легких человека.

2.2.3. Определение морфологии частиц пыли

Морфологические особенности частиц изучают методом обычной микроскопии на тех же препаратах, которые использовались для определения дисперсности пыли. При этом описывают форму частиц (округлая, неправильная, игло- или овальнообразная и т. д.), их процентное соотношение в пыли, характер поверхности, наличие волокнистых структур, конгломератов частиц, различных включений и др. Морфологическая оценка позволяет сделать выводы об устойчивости аэрозоля, вещественном составе пыли, их происхождении и возможном воздействии на организм человека.

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой промышленные пыли (аэрозоли)?
2. Как классифицируются промышленные пыли?
3. Какие характеристики пыли Вы знаете?
4. Как воздействуют пыли на организм человека и от каких факторов зависит степень их воздействия?
5. Что такое ПДК пыли в воздухе рабочей зоны?

6. Какие мероприятия по борьбе с пылью можно предложить в общем случае и для конкретного производства (по специальности)?
7. Что такое горючая пыль? Ее виды.
8. Как подразделяются промышленные пыли по взрываемости?
9. Какие существуют методы отбора проб пыли из воздуха рабочей зоны?
10. Назовите показатели пожаровзрывоопасности пылей.
11. Что такое морфология частиц и каковы методы ее исследования?

Литература

1. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования: ГОСТ 12.1.041-83. – Введ. 01.07.84. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 16 с.
2. Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами»: СанПиН и ГН от 11.10.2017 № 92. – Введ. 02.11.2017 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 09.11.2017, 8/32492.