

# ПЫЛЬ КАК ВРЕДНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ФАКТОР

## 12.1. ВЛИЯНИЕ ПЫЛИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Выполнение многих технологических процессов связано с выделением пыли в воздух рабочей зоны. Существует два варианта образования пыли: первый — при разрушении или измельчении твердых материалов и транспортировке сыпучих веществ; второй — вследствие охлаждения и конденсации паров металлов и неметаллов, выделяющихся при высокотемпературных процессах (сварке, плавке, пайке и т. п.).

Вредное влияние пыли обусловлено многими факторами: физико-химическими свойствами, размерами и формой пылевых частиц; концентрацией их в воздухе рабочей зоны; длительностью воздействия ее в течение смены и профессиональным стажем; другими неблагоприятными производственными факторами и особенностями трудовой деятельности. Например, при усиленном дыхании в процессе выполнения тяжелой физической работы (особенно в условиях повышенной температуры воздуха) увеличивается поступление пыли в организм, а загазованность воздуха усугубляет ее негативное действие.

Кроме того, пыль увеличивает износ машин и оборудования, ухудшает санитарное состояние производственных помещений, снижает уровень освещенности вследствие загрязнения световых проемов, ламп и осветительной арматуры, может способствовать возникновению пожаров и взрывов.

Химический состав пыли определяет многообразие воздействия ее на организм. Специфическое влияние проявляется прежде всего при вдыхании пыли; меньшее значение имеет заглатывание ее со слюной и слезью. Вдыхание пыли преимущественно может вызывать поражение органов дыхания — бронхит, пневмокониоз (лат. *pneumon* — легкое + *conia* — пыль) или развитие общих реакций — аллергии и интоксикации. Некоторая пыль

(например, асбестовая) обладает канцерогенными свойствами. Неспецифическое действие пыли проявляется в заболеваниях верхних дыхательных путей, слизистой оболочки глаз, кожных покровов. Вдыхание пыли может способствовать развитию пневмонии, туберкулеза, рака легких.

В отношении развития пневмокониоза особенно опасны пыль диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) и его кристаллические модификации, несколько менее пыль силикатов, — угольная. Пыль этих видов практически нерастворима. Задерживаясь при вдыхании в глубоких отделах дыхательной системы, она вызывает патологические изменения, среди которых наиболее опасно образование соединительной ткани в легких. Растворимые пыли, задерживаясь в дыхательных путях, всасываясь и попадая в кровь, оказывают влияние на организм в зависимости от их химического состава. Например, сахарная пыль, пыль свинца и меди оказывают токсическое действие, а пыль некоторых органических и неорганических соединений (хром, бериллий) вызывает развитие аллергии и специфические патологические изменения.

Дисперсность пыли определяет ее устойчивость в воздушной среде, возможность и глубину проникания в дыхательные пути. Частицы размером свыше  $(10 \dots 20) \cdot 10^{-6}$  м быстро выпадают из воздуха. При вдыхании они задерживаются в верхних дыхательных путях. Частицы размером  $(0,25 \dots 10) \cdot 10^{-6}$  м более устойчивы в воздухе и при вдыхании попадают в альвеолы (в основном частицы размером до  $5 \cdot 10^{-6}$  м). Частицы размером  $(0,1 \dots 0,25) \cdot 10^{-6}$  м меньше времени витают в воздухе: сталкиваясь друг с другом в результате броуновского движения, они укрупняются и выпадают из него. В легких задерживается 60...70 % таких частиц, но их роль в развитии пылевых поражений невелика ввиду небольшой общей массы.

Форма частиц влияет на устойчивость пылевого аэрозоля. Частицы сферической формы быстрее выпадают из воздуха и легче проникают в легочную ткань. Пыль стекловолокна и слюды вызывает микротравмирование клеток эпителия верхних дыхательных путей, а при

попадании на кожу и слизистую оболочку глаза оказывает раздражающее действие.

Твердость пылевых частиц не имеет существенного значения в определении их вредности. Структура же частиц влияет на фиброгенную активность. Например, аморфный диоксид кремния менее вреден, чем кристаллический. Электростатическая зарядность частиц пыли влияет на устойчивость аэрозоля и его биологическую активность. Несущие электрический заряд частицы в 2...8 раз чаще задерживаются в дыхательных путях. Адсорбционные свойства пыли могут служить причиной поступления вместе с ней газообразных токсических веществ, различных патогенных микроорганизмов и спор, вызывающих грибковые заболевания.

## 12.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛИ В ВОЗДУХЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

С целью предупреждения заболеваний, вызванных действием пыли, следует соблюдать установленные ГОСТ 12.1.005 предельно допустимые концентрации различных видов пыли в воздухе рабочей зоны. Ниже приведены значения ПДК пыли от некоторых материалов.

	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Пыль, образуемая при работе с:	
асбестом, алюминием и его сплавами (в пересчете на Al)	2
известняком, глиной, карбидом кремния (карборундом), цементом, оксидом цинка,	6
чугуном	6
Пыль растительного и животного происхождения с примесью SiO <sub>2</sub> :	
менее 2 % (мучная, древесная и др.)	6
от 2 до 10 %	4
более 10 % (лубяная, льняная, хлопковая, шерстяная)	2
Пыль от стеклянного и минерального волокон	2
Пыль табака, чая	3

Для обоснования необходимости проведения мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда и выбора их оптимального варианта на каждом рабочем месте, где образуется пыль, следует периодически контролировать ее концентрацию.

Фактическое содержание пыли в воздухе производственных помещений определяют в основном массовым методом, основанным на протягивании определенного количества воздуха рабочей зоны через специальный фильтр из перхлорвиншювой ткани (фильтры АФА и ФПП из ткани). Разница в массе фильтра до и после протягивания, деленная на объем прошедшего через него воздуха, соответствует фактической концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

Для протягивания запыленного воздуха через фильтр применяют аспиратор (рис. 15.1), работающий от переменного тока напряжением 220 В.

В корпусе аспиратора размещены электродвигатель с воздуходувкой и четыре ротаметра б, два из которых (градуированы от 0 до 20 л/мин) предназначены для отбора проб пыли, а два других (от 0 до 1 л/мин) используют для отбора проб воздуха на содержание газов и паров. Объем протягиваемого воздуха за единицу времени регулируют ручкой вентилялей 5. Всасывающий штуцер 7 ротаметра с помощью резинового шланга 9 соединяют с аллонжем (патроном) 8, представляющим собой полый конус с гнездом и гайкой для крепления в нем фильтра. Разгрузочный клапан 4 служит для предотвращения перегрузки электродвигателя при отборе проб воздуха с малыми скоростями и облегчения пуска аппарата. Прибор включают в работу тумблером 3. При этом загорается лампочка шкал реометров и поплавки в них поднимаются потоком воздуха, показывая его расход.

Пробы отбирают в непосредственной близости к месту работы на высоте около 1,5м над уровнем пола, что соответствует зоне дыхания человека.

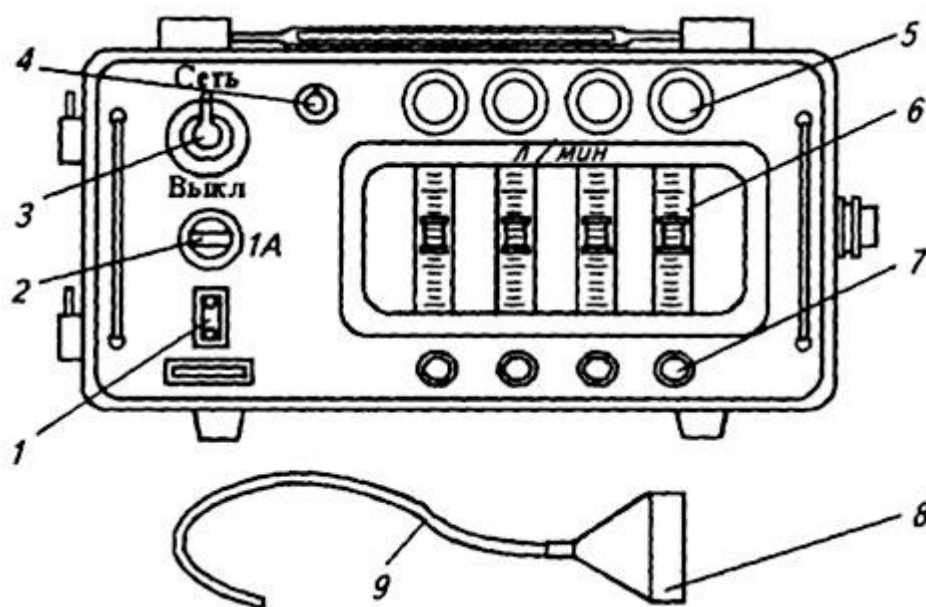


Рис. 15.1. Передняя панель аспиратора:

1 — входная колодка; 2 — гнездо предохранителя; 3 — тумблер включения и выключения аппарата; 4 — разгрузочный клапан; 5 — ручка вентиля ротаметра; 6 — ротаметр; 7 — штуцер; 8 — аллонж; 9 — резиновый шланг

При выполнении замеров аллонж с фильтром посредством гибкого шланга соединяют со штуцером ротаметра для пылевых проб. Затем aspirator заземляют, прибор подключают к электросети, открывают вентиль ротаметра и проводят пробный пуск. После этого с помощью вентиляей устанавливают необходимый расход воздуха (в пределах 15...20 л/мин) и выключают aspirator. Далее аллонж помещают в зону отбора пробы воздуха и вновь включают прибор, отметив по секундомеру время начала опыта. Когда отбор пробы заканчивается (в зависимости от степени запыленности через 5...30 мин), aspirator выключают, фиксируя время. Фильтр повторно взвешивают и рассчитывают фактическую концентрацию пыли в воздухе, мг/м<sup>3</sup>, по формуле

$$P_{\phi} = \frac{10^3(m_2 - m_1)}{V_{np}T}$$

где  $m_2$  — масса фильтра после пропускания воздуха, мг;  $m_1$  — масса фильтра до пропускания через него воздуха, мг;  $V_{np}$  — объем воздуха, приведенного к нормальным условиям (т. е. при температуре 0 °С и атмосферном давлении 760 мм рт. ст.), л/мин;  $T$ — время отбора пробы, мин.

Приведенный объем воздуха вычисляют по формуле

$$V_{np} = V \frac{273p}{760(273 + t)}$$

где  $V$ — расход воздуха, установленный по ротаметру, л/мин;  $p$  — атмосферное давление воздуха в момент контроля, ммрт. ст.;  $t$  —температура воздуха в помещении в момент контроля, °С.

Расчетное значение  $P_{\phi}$  сравнивают со значением ПДК для данного вида пыли.

### 12.3. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ДЕЙСТВИЕМ ПЫЛИ

Перед приемом на работу, связанную с возможным действием пыли, проводят предварительный медицинский осмотр. К такой работе не допускаются люди с заболеваниями верхних дыхательных путей и бронхов, органическими заболеваниями сердечно-сосудистой системы и др. Периодические медицинские осмотры начинают проводить через 2...3 года после начала воздействия пыли, в дальнейшем — раз в 1...2 года в зависимости от потенциальной опасности производства.

Для уменьшения времени контакта работающих с пылью законодательством установлены возрастные цензы и сокращенная продолжительность рабочего времени. Для обеспечения благоприятных условий труда важно соблюдать требования ГОСТ 12.1.005, регламентирующего ПДК наиболее распространенных и опасных видов пылей.

С целью уменьшения образования и распространения пыли проводят следующие основные мероприятия: заменяют технологические процессы, связанные с выделением пыли, на экологически чистые; повышают влажность обрабатываемого продукта; внедряют автоматическое и дистанционное управление оборудованием; герметизируют источники выделения пыли; устанавливают системы вентиляции и кондиционирования производственных помещений, а также улавливающее пыль оборудование; применяют закрытые способы транспортировки пылящих материалов.

Если, несмотря на проводимые мероприятия, концентрация пыли не снижается до предельно допустимой, то работающих следует обеспечить необходимыми средствами индивидуальной защиты.

Биологические методы профилактики заболеваний, вызванных действием пыли, направлены на повышение резистентности организма и ускорение выведения из него пыли. Для повышения сопротивляемости

негативному влиянию пыли проводят следующие мероприятия: ультрафиолетовое облучение работающих, которое тормозит развитие склеротических процессов в легких; щелочные ингаляции, замедляющие фиброзный процесс и способствующие санации слизистых оболочек верхних дыхательных путей; специальное питание (с добавлением метионина), назначение которого заключается в нормализации белкового обмена и повышении сопротивляемости организма патогенному действию пыли за счет активизации ферментных и гормональных систем.