

## ПРОМЫШЛЕННАЯ ПЫЛЬ КАК ВРЕДНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ФАКТОР

ЧОМАЕВА МАДИНА НАЗИРОВНА

### АННОТАЦИЯ

Дана подробная характеристика промышленной пыли. Проанализировано влияние промышленной пыли окружающую среду и здоровье человека. Приведены рекомендации для минимизации негативного воздействия промышленной пыли на окружающую среду и здоровье человека.

**Ключевые слова:** промышленная пыль; твердые частицы; аэрозоль; запыленность атмосферы.

## INDUSTRIAL DUST AS HARMFUL FACTORS

CHOMAIEVA M. N.

### ABSTRACT

The detailed characterization of industrial dust. Analyzed the influence of industrial dust environment and human health. Recommendations to minimize the negative impact of industrial dust on the environment and human health.

**Keywords:** industrial dust; particulates; spray; dust atmosphere.

Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей мкм. Пыль представляет собой аэрозоль, т.е. дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсионной средой – воздух. Специфической особенностью пылевидного состояния является раздробленность вещества на мельчайшие частицы и, следовательно, чрезвычайно большая поверхность твердых частиц, в связи с чем свойства пыли приобретают самостоятельное значение [4].

Производственная пыль является наиболее распространенным вредным фактором производственной среды. Многочисленные технологические процессы и операции в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве сопровождаются образованием и выделением пыли, воздействию которой могут подвергаться большие контингенты работников этих сфер. Пыль выводит из строя оборудование, снижает качество продукции, уменьшает освещенность производственных помещений, может быть причиной профессиональных заболеваний органов дыхания, поражения глаз и кожи, острых и хронических отравлений работающих. Некоторые виды производственной пыли способны к самовозгоранию и даже взрыву, что позволяет относить пыль не только к вредным, но и опасным производственным факторам [3].

По происхождению пыль разделяют на органическую, неорганическую и смешанную. Органическая пыль может быть естественной, животного или растительного происхождения (древесная, хлопковая и др.) и искусственной – пыль пластмасс, резины, смол, красителей и других синтетических веществ. Неорганическая пыль может быть минеральной (кварцевая, силикатная, асбестовая, цементная, наждачная, фарфоровая и др.) и металлической (цинковая, железная, медная, свинцовая, марганцевая).

На сегодняшний день, в условиях производства особенно распространена пыль смешанного состава, состоящая из минеральных и металлических частиц

(например, смесь пыли железа и кремния), органическая и неорганическая (например, пыль злаков и почвы). В зависимости от способа образования различают аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации. Аэрозоли дезинтеграции образуются при механическом измельчении, дроблении и разрушении твердых веществ (бурение, дробление, размол и др.), при механической обработке изделий (шлифовка, полировка и др.).

Аэрозоли конденсации образуются при термических процессах (возгонка, плавление, электросварка и др.) вследствие охлаждения и конденсации паров металлов и неметаллов. Типичным примером образования аэрозоля конденсации из перенасыщенных паров является так называемый сварочный аэрозоль. Металл, входящий в состав стержня сварочного электрода, а также компоненты обмазки электрода и флюса в значительной мере испаряются при температуре электрической дуги, а попав в более холодную зону, конденсируются в виде мельчайших частиц оксидов железа и других элементов. Нередко встречаются аэрозоли, дисперсная фаза которых содержит частицы, образующиеся как при измельчении, так и конденсации паров (шлифовально-полировальные, заточные работы и др.). В зависимости от размера частиц (дисперсности) различают видимую пыль размером более 10 мкм (быстро выпадающую из воздуха), микроскопическую – размером от 0,25 до 10 мкм (медленно выпадающую из воздуха), ультрамикроскопическую – менее 0,25 мкм (длительно витающую в воздухе по законам броуновского движения).

Конечно же, производственная пыль, как правило, полидисперсная, т.е. в воздухе встречаются одновременно пылевые частицы различных размеров. В любом образце пыли обычно число мелких частиц больше, чем крупных. В большинстве случаев до 60÷80% частиц пыли имеют диаметр до 2 мкм, 10÷20% – от 2 до 5 мкм и до 10% – свыше 10 мкм. Однако общий вес пылевых частиц от 2 мкм весьма незначителен и обычно не превышает 1÷3% веса всего образца пыли.

Понятно, воздух всех производственных помещений в той или иной степени загрязнен пылью даже в тех помещениях, которые обычно принято считать чистыми, не запыленными, в небольших количествах пыль все же есть (иногда она даже видна невооруженным глазом в проходящем солнечном луче). Однако во многих производствах в силу особенностей технологического процесса, применяемых способов производства, характера сырьевых материалов, промежуточных и готовых продуктов и многих других причин происходит интенсивное образование пыли, которая загрязняет воздух этих помещений в большой степени. Это может представлять определенную опасность для работников той или иной сферы деятельности.

В подобных случаях находящаяся в воздухе пыль становится одним из факторов производственной среды, определяющих условия труда работающих, и она же получила название промышленной пыли. Пыли образуются вследствие дробления или истирания (аэрозоль дезинтеграции), испарения с последующей конденсацией в твердые частицы, (аэрозоль конденсации), сгорания с образованием в воздухе твердых частиц – продуктов горения (дымы), ряда химических реакций и т. д.

В производственных условиях с образованием пыли чаще всего связаны процессы дробления, размола, просева, обточки, распиловки, пересыпки и других перемещений сыпучих материалов, сгорания, плавления и др.

Физико-химические свойства пыли в основном зависят от ее природы, то есть от того материала или вещества, из которого образовалась эта пыль, и механизма ее образования – каким образом она получена: размельчением, конденсацией, сгоранием. Механизм образования пыли определяет в основном ее дисперсный состав, то есть размерность пылинок. Структура пыли, то есть форма пылинок, зависит и от природы и от механизма образования пыли. По структуре пыль может быть аморфной (пылинки округлой формы), кристаллической (пылинки с острыми гранями), волокнистой (пылинки удлиненной формы), пластинчатой (пылинки в виде слоистых пластинок).

При измельчении твердого вещества образующиеся пылинки получают то или иное количество электричества вследствие частичного перехода механической энергии в электрическую, кроме того, пылинки получают электрический заряд, адсорбируя на себе ионы из воздушной среды. Таким образом, пыль, находящаяся в воздухе, в той или иной степени несет на себе электрический заряд. Степень электро-заряженности оказывает существенное влияние на поведение пыли в воздухе. Электро-заряженные пылинки с противоположным знаком соединяются между собой, образуя более крупные частицы, за счет чего быстрее осаждаются; пылинки с одинаковым зарядом, наоборот, отталкиваются друг от друга, что усиливает их движение в воздухе и замедляет осаждение.

Исследования показывают, что высокодисперсная пыль в большей степени подвержена электрическим зарядам. Электро-заряженности способствует также нагревание пыли. Повышенная влажность воздуха или самой пыли снижает ее электро-заряженность. Высокодисперсная пыль вследствие электро-заряженности обладает активной поверхностью, поэтому на ней собираются газы и другие мелкие частицы, находящиеся в воздухе. Чем меньше пылевые частицы, тем больше их активность. Газы, обволакивая пылевую частицу, способствуют более длительному витанию ее в воздухе, то есть собираются на пылевых частицах газов замедляет осаждение пыли.

При значительной запыленности воздуха высокодисперсной пылью электрические заряды пылевых частиц могут суммироваться и, достигнув определенного потенциала, образовывать электрические разряды – взрывы. Чаще всего такие взрывы пыли возникают при наличии огня или сильно нагретого предмета в чрезмерно запыленной атмосфере, так как при повышении температуры резко увеличивается заряженность пылевых частиц, быстрее и с большей силой происходит электрический разряд [2].

Кроме того, действие пыли на кожный покров сводится в основном к механическому раздражению. Вследствие такого раздражения возникает небольшой зуд, неприятное ощущение, а при расчесах может появиться покраснение и некоторая припухлость кожного покрова, что свидетельствует о воспалительном процессе.

Пылинки могут проникать в поры потовых и сальных желез, закупоривая их и тем самым затрудняя их функции. Это приводит к сухости кожного покрова, иногда появляются трещины, сыпи. Попавшие вместе с пылью микробы в закупоренных протоках сальных желез могут развиваться, вызывая гнойничковые заболевания кожи пиодермию. Закупорка потовых желез пылью в условиях горячего цеха способствует уменьшению потоотделения и тем самым затрудняет терморегуляцию.

Некоторые токсические пыли при попадании на кожный покров вызывают его химическое раздражение, выражающееся в появлении зуда, красноты, припухлости, а иногда и язвочек. Чаще всего такими свойствами обладают пыли химических веществ (хромовые соли, известь, сода, мышьяк, карбид кальция и др.).

При попадании пыли на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей ее раздражающее действие, как механическое, так и химическое, проявляется наиболее ярко. Слизистые оболочки по сравнению с кожным покровом более тонки и нежны, их раздражают все виды пыли, не только химических веществ или с острыми гранями, но и аморфные, волокнистые и др. Пыль, попавшая в глаза, вызывает воспалительный процесс их слизистых оболочек – конъюнктивит, который выражается в покраснении, слезотечении, иногда

припухлости и нагноении [1].

Такие виды пыли, как пековая, оказывают фотосенсибилизирующее действие на кожные покровы, и особенно на глаза, то есть повышают их чувствительность к солнечному свету. На ярком солнечном свете быстро развиваются выраженные симптомы воспаления: зуд, покраснение и припухлость открытых частей кожного покрова, слизистых глаз, слезотечение, светобоязнь. В пасмурную погоду, когда нет прямого солнечного света, эти явления выражены слабее, а при искусственном освещении вообще отсутствуют; связано это с тем, что пековая пыль повышает чувствительность только к ультрафиолетовым лучам, которые в большом количестве входят в состав солнечного спектра и отсутствуют в обычном искусственном освещении.

На органы пищеварения могут оказывать действие лишь некоторые токсические пыли, которые, попав туда даже в относительно небольшом количестве, всасываются и вызывают интоксикацию (отравление). Нетоксические пыли какого-либо заметного неблагоприятного действия на органы пищеварения не оказывают.

Действие пыли на верхние дыхательные пути сводится к их раздражению, а при длительном воздействии – к воспалению. В начальных стадиях оно проявляется в виде першения в горле, кашля, отхаркивания грязной мокротой. Затем появляется сухость слизистых, сокращение отделения мокроты, сухой кашель, хрипота; в некоторых случаях при воздействии пыли химических веществ могут появиться изъязвления слизистой оболочки носа.

Наибольшую опасность представляют токсические пыли при попадании их в более глубокие участки органов дыхания, то есть в легкие, где, задерживаясь на длительный период и имея разветвленную поверхность соприкосновения с тканью легкого (в бронхиолах и альвеолах), они могут быстро всасываться в большом количестве и оказывать раздражающее и общетоксическое действие, вызывая интоксикацию организма.

Нетоксические пыли, задерживаясь в легких длительное время, постепенно вызывают разрастание вокруг каждой пылинки соединительной ткани, которая не способна воспринимать кислород из вдыхаемого воздуха, насыщать им кровь и выделять при выдохе углекислоту, как это делает нормальная легочная ткань. Процесс разрастания соединительной ткани протекает медленно, как правило, годами. Однако при длительном стаже работы в условиях высокой запыленности разросшаяся соединительная ткань постепенно замещает легочную, снижая, таким образом, основную функцию легких – усвоение кислорода и отдачу углекислоты.

Длительная недостаточность кислорода приводит к одышке при быстрой ходьбе или работе, ослаблению организма, понижению работоспособности, снижению сопротивляемости организма инфекционным и другим заболеваниям, изменениям функционального состояния других органов и систем.

Вследствие воздействия нетоксической пыли на органы дыхания развиваются специфические заболевания, называемые пневмокониозами.

Пневмокониозы – собирательное название, включающее в себя пылевые заболевания легких от воздействия всех видов пыли. Однако по времени развития этих заболеваний, характеру их течения и другим особенностям они различны и определяются характером воздействующей пыли. Названия этих разновидностей пневмокониозов, как правило, происходят от русского или чаще латинского названия воздействующей пыли. Так, пневмокониозы, вызванные воздействием кварцевой пылью, то есть свободной двуокисью кремния ( $\text{SiO}_2$ ), называются силикозом, силикатами (связанной кремниевой кислотой) – силикатозом, угольной пылью – антракозом, железосодержащей пылью – сидерозом, асбестовой – асбестозом, тальковой – талькозом, алюминиевой – алюминозом и т. д. [1].

Из всех перечисленных наибольшей агрессивностью обладает кварцевая пыль, вызывающая силикоз, который характеризуется относительно быстрым развитием и наиболее выраженными формами течения. Если другие виды пневмокониозов даже при значительной запыленности развиваются через 15–20 и более лет работы в данных условиях, то начальные формы силикоза при высокой запыленности нередко появляются через 5–10 лет работы, а иногда и ранее (2–3 года при чрезмерно высокой запыленности). Вследствие особой агрессивности кварцевой пыли процентное содержание ее положено в основу оценки потенциальной опасности различных производственных пылей: чем выше содержание  $\text{SiO}_2$  в пыли, тем выше опасность последней.

В развитии заболевания силикозом условно различают три стадии. В первой стадии силикоза больные жалуются на небольшую одышку при значительном физическом напряжении (тяжелая работа, быстрая ходьба или бег и т. п.), легкий сухой кашель, иногда боли в груди. Часто больные не обращают внимания на эти явления и длительное время не идут к врачу и не получают необходимого лечения, а также не принимают своевременных профилактических мер (перевод на другую работу, динамическое медицинское наблюдение и др.), что способствует более быстрому развитию заболевания. Однако при обследовании уже в этой начальной стадии силикоза выявляются некоторые рентгенологические и другие изменения в легких (рассеянные небольшие узелки на рентгенограмме, выслушиваются шумы и др.) [2].

Вторая стадия силикоза характеризуется заметной одышкой даже при умеренной физической нагрузке, кашлем с выделением мокроты, бронхитом. Более выраженные изменения в легких отмечаются при медицинском обследовании.

В третьей стадии силикоза у больных появляется резко выраженная одышка при легкой работе и даже в покое, сильный кашель с обильным отделением мокроты, исхудание. В этой стадии иногда появля-

ется кровохарканье, поднимается температура тела, наступает общая слабость. Это, как правило, связано с общей интоксикацией организма. Медицинское обследование в этой стадии выявляет резкие не только рентгенологические, но и другие изменения в легких, свидетельствующие об их массивном поражении.

При силикозе пораженная легочная ткань становится более восприимчивой к инфекциям, вследствие чего у силикозных больных нередки случаи пневмонии и других инфекционных заболеваний легких. Наиболее частой смешанной формой заболевания является силикотуберкулез. Силикотуберкулез, как правило, прогрессирует быстрее, чем неосложненный силикоз.

Силикоз и силикотуберкулез – прогрессирующие заболевания; развитие их иногда продолжается, несмотря на прекращение работы в условиях запыленного воздуха и дальнейшего поступления кварцевой пыли в организм. Чем раньше будут выявлены начальные формы заболевания силикозом и приняты необходимые лечебно-профилактические меры, тем легче задержать его дальнейшее развитие [1].

Производственная пыль – один из самых неблагоприятных и негативных факторов, влияющих на здоровье человека. Первые сведения о возможности развития заболевания легких вследствие вдыхания пыли при горнорудных работах встречаются в древнегреческой и древнеримской литературе. Однако по представленным в то время описаниям еще трудно сказать, о каких конкретных формах пылевых болезней легких шла речь (можно предположить, что о пневмокониозах, кониотуберкулезе, хроническом пылевом бронхите) [4].

Только с середины прошлого столетия стали постепенно накапливаться наблюдения, позволившие к настоящему времени выделить отдельные нозологические формы пылевых болезней легких. В различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве многие производственные процессы связаны с образованием пыли. Это горнорудная, угледобывающая промышленность; металлургические, металлообрабатывающие и машиностроительные предприятия; производства строительных мате-

риалов; электросварочные работы; текстильные предприятия; обработка сельскохозяйственных продуктов – зерна, хлопка, льна и др.

Известно, насколько производственная пыль по своему составу, физическим свойствам и химической природе весьма разнообразна. Физико-химические свойства ее во многом определяют характер действия на организм человека. Поэтому следует учесть форму, твердость, растворимость, структуру (кристаллическая или аморфная), адсорбционную способность, электрозарядность и размеры пылевых частиц. В данном случае, немаловажное значение имеет и химическая природа пыли.

По составу различают пыль неорганическую, органическую и смешанную. Пыль, состоящая из частиц минералов или металлов, относится к неорганической. Органическая пыль содержит частицы растительного или животного происхождения, а также микроорганизмы, обычно находящиеся на них, и продукты их жизнедеятельности. В состав смешанной пыли могут входить различные как неорганические, так и органические частицы или смесь неорганических и органических частиц.

В пылеобразном состоянии могут находиться и некоторые твердые токсичные вещества, например свинец, фосфор, мышьяк, сурьма, бор и др., а также их соединения. Однако их не относят в группу пылевых факторов, так как, попадая в легкие, они не вызывают там изменений, характерных для пылевых болезней легких.

### Список литературы

1. Банников А. Г., Вакулин А. А., Рустамов А. К. Основы экологии и охрана окружающей среды. – М.: Колос, 1999. – 304 с.
2. Данилов-Данильян В. И. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. – 744 с.
3. Иванов П. П. «Гигиена труда. Промышленная пыль». – Москва, 2001 г.
4. Калыгин В. М. «Промышленная экология», 2000 г.