

УДК 614.8;658.382

МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ, КАК ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Вячеслав Борисович Куденко

кандидат технических наук, доцент

melkud@yandex.ru

Андрей Алексеевич Хохлов

студент

garlic12@gmail.com

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Целью написания статьи являлось обоснование негативного влияния на организм человека мелкодисперсной пыли и раскрытие важности вопроса обеспечения производственной безопасности на промышленных предприятиях. Описаны методики измерения запыленности помещений, риски возникновения аварийных ситуаций на производстве и нормативно-правовая документация.

Ключевые слова: пыль, дисперсность, безопасность, охрана труда, ВПФ, промышленность, предприятие, фильтр, здоровье.

Наиболее опасным вредным производственным фактором, оказывающими сильное влияние на здоровье рабочих производства, является мелкодисперсная пыль.

Ее присутствие на производстве обуславливается проводимыми работами в цехах и отделениях, например, перегрузка сыпучих материалов, распил древесины на лесозаготовительных предприятиях, обработка металлов и пластиковых материалов на станках, а также смешивании различных сыпучих порошков. Помимо этого, пыль может быть во взвешенном состоянии (аэрозоль) или в качестве уже осевших частиц пыли (аэрогеля) [1].

Любые фракции пыли представляют собой твердые частицы, находящиеся в воздушном пространстве в виде взвеси. Именно такое состояние пыли крайне опасно для здоровья человека, так как вызывает множественные осложнения органов дыхания, при попадании внутрь организма. Именно поэтому любая отрасль промышленности должна предпринимать меры по обеспечению безопасности работы сотрудников в условиях запыленности или обеспечения стерильности помещений.

Эффективность работы системы зависит от ряда факторов, которые стоит учитывать при подборе и установке специального пылезащитного оборудования.

Дисперсия пыли - градация пыли по фракциям, измеряемая в микрометрах (мкм) [1, 3].

Дисперсный состав пыли - определяет скорость осаждения частиц в воздушном пространстве, а также форму и удельный вес пыли.

Стоит отметить, что в зависимости от физико-химических характеристик пыли определяется ее дисперсный состав, скорость нахождения в воздухе и осаждения.

Разработка системы пылевой защиты и методах борьбы с ней имеет прямую зависимость от дисперсности пыли.

Классификация промышленной пыли по типу происхождения представлена на рисунке 1 [1, 2].



Рисунок 1 – Классификация пыли по способу происхождения.

Важно понимать, что не любая мелкодисперсная пыль несет высокую опасность организму человека. Наибольшую опасность представляет мелкодисперсная пыль токсичного происхождения, а также быстрорастворимая пыль. При сочетании этих параметров она быстро и глубоко проникает в ткани организма, где усваивается и вызывает токсическое отравление. Если пыль не токсичного происхождения, то она не несет такого вреда и со временем выводится из организма, при условии непостоянного поступления пыли в легкие человека.

Если токсичная пыль опасна своим химическим составом, то электростатически заряженная пыль надолго задерживается в легких. Порой этот показатель увеличивается до нескольких раз. Происходит это из-за того, что практически вся промышленная пыль имеет электрический заряд.

Определение концентрации пыли в воздухе происходит на основе 4 методик [4, 6].

Наиболее неточной методикой является радиометрический метод. Он основан на улавливании альфа-частиц. Отобранную пробу помещают на фильтр, где с помощью бета-полимера определяют степень поглощения.

Данная методика имеет довольно высокую погрешность – до трети от полученного результата.

Счетный метод построен на определении количества пылевых частиц, находящихся в 1 см³ воздуха. Сбор пыли осуществляется с помощью специальных приборов – кониметров или как их еще называют счетчиком пыли Эйткена (рисунок 2). Сбор пыли происходит в съемную камеру-кассету. Поступивший объем воздуха с пылью под действием сил инерции осаждаются на стенки кассеты, которая в свою очередь смазана липким бальзамом. Далее полученный пылевой образец изучают под микроскопом, определяя размер пылинок и их форму. Данный метод служит дополнением к весовому методу и зачастую применяется в исследованиях гигиены [3, 4, 6].



Рисунок 2 – Кониметр Джона Эйткена.

Как понятно из названия, основой весового метода служит взвешивание. Перед проведением исследования взвешивают фильтр, состоящий из перхлорвиниловой ткани. Затем через него пропускают объем воздуха на протяжении от нескольких минут до получаса в зависимости от исследования, за счет работы aspirатора (рисунок 3). Осевшую на ткань пыль взвешивают вместе с фильтром и сравнивают результаты до и после испытания, тем самым определяя ее концентрацию в воздухе. Полученная концентрация пыли

выражается в $\text{мг}/\text{м}^3$. Чистым считается воздух, где концентрация пыли не превышает 1 мг на м^3 [3, 4, 6].



Рисунок 3 – Аспиратор модель 822.

Фотометрический метод построен на измерении поглощения или рассеивания света в среде аэрозольных частиц. В данном методе идет прямая зависимость от концентрации пыли и степени пропускания светового потока, который проходит через запыленную среду. Данный метод обладает преимуществом в скорости измерения, но значительно уступает в точности данных, например, весовому. Основное применение данного метода – измерение концентрации мелкодисперсных включений по типу РМ 2.5 или РМ 10. В работе фотометрического метода задействуются фотопылемеры, показанные на рисунке 4 [3, 4, 6].

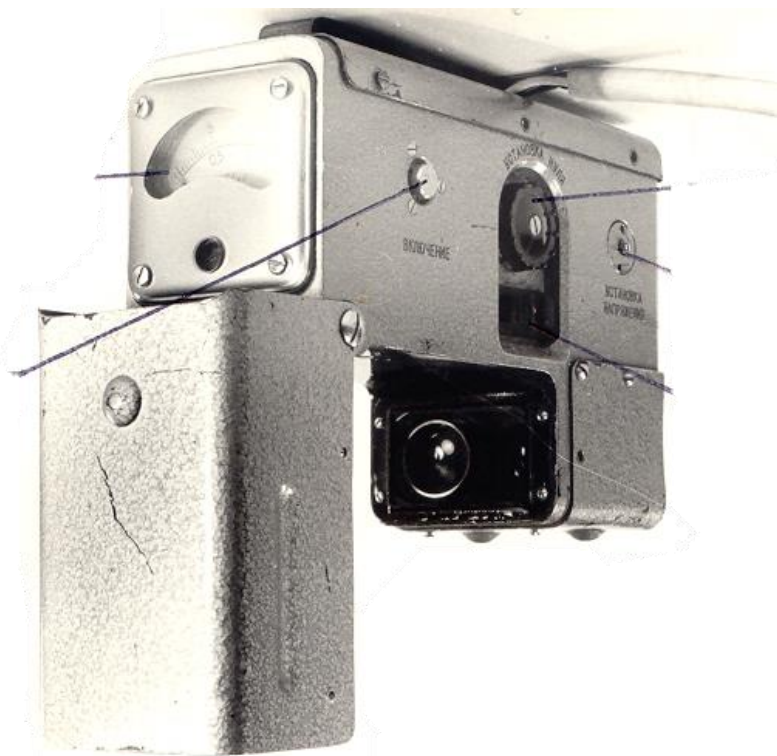


Рисунок 4 – Фотопылемер.

Из всех рассмотренных методов наиболее высокоточным является весовой. Но в зависимости от целей и места исследования могут применяться менее точные методы.

Как уже отмечалось выше, дисперсность или фракция пыли является основным критерием, по которому подбирается система защиты от запыления. Помимо фракции, также могут определяться масса и количество частиц различных размеров [2,5].

Существует 6 фракций пыли по размерам:

1. очень крупная пыль 140 мкм;
2. крупная пыль от 40 до 140 мкм;
3. среднедисперсная пыль от 10 до 40 мкм;
4. мелкодисперсная пыль от 1 до 10 мкм;
5. очень мелкодисперсная пыль до 1 мкм;
6. ультрадисперсная пыль до 0,25 мкм.

Последнюю фракцию принимают как «дым». Такие частицы не осаживаются и практически всегда находятся в воздухе и постоянно

перемешиваются в хаотичном порядке. Наиболее опасными частицами для дыхательных путей человека считаются до 5 мкм.

В основном выделяют два типа пыли:

1. Видимая невооруженным глазом – больше 10 мкм. Обычно выводится из организма самостоятельно, вызывая раздражительную реакцию в полости носа. Встречается на лесопилках, обработке металлов, производстве пищевых продуктов и сельскохозяйственных предприятиях.

2. Невидимая невооруженным глазом – от 0,25 мкм до 10 мкм. Встречается в местах обработки камня, керамики и цементном производстве [5, 7].

Дисперсность пыли обуславливает один из важных факторов – скорость оседания пыли, ее способность проникания в организм человека и осаждения в легких.

Мелкодисперсная пыль способна перемещаться на большие расстояния и крайне слабо подвержена действию гравитации.

Помимо профессиональных заболеваний мелкодисперсная пыль способна выводить из строя или ухудшать работу станочного оборудования и других приспособлений, загрязнять осветительные приборы и места проникновения естественного света, тем самым вызывая снижение освещенности рабочего места, а также может вызвать взрыв или возгорание на предприятиях угольной, мукомольной, сахарной, текстильной и других промышленности [9, 10].

В заключении важно отметить, что борьба с запыленности и ее контроль на рабочих местах является одним из основополагающих факторов обеспечения безопасности условий труда, прописанной в Федеральном законе от 30.03.1999 № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», а также в СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [8, 9].

Список литературы:

1. Азаров В. Н. Дисперсный состав пыли как случайная функция. Объединенный науч. журн. 2003. № 6. С. 62-64.
2. Карнаух Н. Н. Охрана труда: учебник для вузов. Москва. Издательство Юрайт. 2025. С. 343.
3. Сафонов А. А. Охрана труда: учебник и практикум для вузов. Москва. Издательство Юрайт. 2025. С. 485.
4. Беляков Г. И. Охрана труда и техника безопасности. 5-е изд., перераб. и доп. Москва. Издательство Юрайт 2025. С. 739.
5. Сазонов Э. В. Вентиляция. Теоретические основы. 2-е изд., испр. и доп. Москва. Издательство Юрайт. 2025. С. 199.
6. Ларионов Н. М. Промышленная экология. 4-е изд., перераб. и доп. Москва. Издательство Юрайт. 2025. С. 472.
7. Курдюмов В. И. Безопасность жизнедеятельности: проектирование и расчет средств обеспечения безопасности. 2-е изд., испр. и доп. Москва. Издательство Юрайт. 2024. С. 246.
8. Федеральный закон от 30.03.1999 №52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» // КонсультантПлюс. – https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/?ysclid=m99oxful8f59046992
9. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» // Гарант.РУ – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400051942/?ysclid=m99ozyqdqf22298209>
10. Федеральный закон №116 от 21.07.1997 "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" // КонсультантПлюс. – https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/1cbfca19e0307c4def8e6a5ca07741c5a795fe94/?ysclid=m99oyiru4h53981137

UDC 614.8; 658.382

METHODS OF MEASURING FINE DUST AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF OCCUPATIONAL DISEASES

Vyacheslav B. Kudenko

candidate of technical sciences, associate professor

melkud@yandex.ru

Andrey Al. Khokhlov

student

garlic12@gmail.com

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The purpose of this article was to substantiate the negative effects of fine dust on the human body and to reveal the importance of ensuring industrial safety in industrial enterprises. The methods of measuring the dust content of premises, the risks of industrial accidents and regulatory documentation are described.

Keywords: dust, dispersion, safety, labor protection, In PF, industry, enterprise, filter, health.

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 21.03.2025; принята к публикации 31.03.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 21.03.2025; accepted for publication 31.03.2025.