

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-технологический институт

Кафедра безопасности жизнедеятельности и инженерной экологии

Адылин И.П.

***Определение дисперсного состава
пыли в воздухе рабочей зоны
методом микроскопирования***

Методические рекомендации
к выполнению лабораторно-практических работ
для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат)
по дисциплине «Промышленная экология»

Брянская область
2019

УДК 628.511.1 (076)

ББК 20.1

А 32

Адылин, И. П. Определение дисперсного состава пыли в воздухе рабочей зоны методом микроскопирования: методические рекомендации к выполнению лабораторно-практических работ для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат) по дисциплине «Промышленная экология» / И. П. Адылин. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 28 с.

Методические рекомендации к выполнению лабораторно-практических работ для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат) по дисциплине «Промышленная экология» составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования.

Рецензент:

д.т.н., профессор Лапик Владимир Павлович.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, от «30» января 2019 г. протокол № 4.

© Брянский ГАУ, 2019

© И.П. Адылин, 2019

Содержание

Введение	4
1 Теоретические положения.....	5
2 Методика микроскопирования	12
3 Порядок проведения работы	17
3.1 Подготовка препаратов.....	17
3.2 Определение увеличения микроскопа	18
3.3 Общие указания по работе с микроскопом	18
3.4 Определение размера частиц при помощи окуляра 8 ^x сизмерительной шкалой	20
3.5 Оформление отчета	21
Контрольные вопросы	22
Список литературы	23
Приложения	24

Введение

Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работающих. Целый ряд технологических процессов сопровождается образованием мелкораздробленных частиц твердого вещества (пыль), которые попадают в воздух производственных помещений и более или менее длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии.

Пылеобразование происходит при дроблении, размоле, перетирке, шлифовке, сверлении, фасовке, упаковке, переработке сельхозпродукции, складской обработке грузов, погрузочно-разгрузочных операциях, транспортировке. Пыль образуется также в результате конденсации паров тяжелых металлов и других веществ.

Большая запыленность воздуха встречается в рудниках, на шахтах, фарфоро-фаянсовом производстве, цементных и литейных заводах, в цехах обработки металла, на оптовых базах, складах сыпучих товаров и сельхозпродуктов.

За последние годы с возрастанием спроса на услуги торговли, банков, предприятий сферы бытовых и других сервисных услуг появились крупные учреждения массового обслуживания населения, в которых движение больших людских и товарных потоков создает повышенное содержание пыли в помещениях.

Изучение дисциплины «Промышленная экология» сформированы следующими компетенциями:

– ПК-11 - способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды;

– ПК-12 - способностью применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения безопасности объектов защиты.

– *Цель работы:* ознакомление с методами определения дисперсности пыли, определение ее дисперсного состава методом микроскопирования.

Приборы и оборудование: стереоскопический микроскоп МБС-10, окуляр с измерительной шкалой, предметное стекло.

1 Теоретические положения

Пыль является одним из видов веществ в измельченном (дисперсном) состоянии, взвешенных в газовой, в частности, в воздушной среде. Понятию пыль близки понятия туман, дым, которые вместе с пылью объединяются общим термином аэрозоль. На практике трудно провести четкую границу между различными видами аэрозолей (пыль, туман, дым). Это объясняется тем, что часто возникают аэрозольные системы, состоящие из частиц различного происхождения. Кроме того, происходит непрерывное взаимодействие этих частиц, осаждение малых частиц на более крупных [1].

Интервал дисперсности аэрозольных частиц велик – от 10^{-7} до 10^{-1} см. Нижний предел определяется возможностью длительного самостоятельного существования малых частиц, верхний предел ограничен тем, что крупные частицы быстро осаждаются под действием силы тяжести и во взвешенном состоянии практически не наблюдаются.

Пыль – совокупность мелкораздробленных частиц твердого вещества, находящегося во взвешенном состоянии. Пылью также называют совокупность осевших частиц. Пылевые частицы имеют разнообразную форму, в основном неправильную.

Пыль может быть классифицирована по нескольким признакам, в том числе по своему *происхождению* и по *материалу*, из которого она образована.

В зависимости от происхождения, т. е. от способа получения, различают пыль *естественного* происхождения и пыль *промышленную*.

К пыли *естественного происхождения* относят пыль, поднимающуюся в воздух в результате эрозии почвы, образующуюся при выветривании горных пород и т. д. Естественное происхождение имеют также органические пылевидные частицы - пыльца, споры растений. К пыли естественного происхождения по составу близка пыль, возникающая при выветривании строительных конструкций, дорог и других сооружений.

Промышленная пыль возникает непосредственно в процессе производ-

ства. Почти каждому виду производства сопутствует характерный для него вид пыли. Большая часть видов пыли возникает при процессах, связанных с обработкой материалов, например при сортировке, резании, шлифовании, процессах литейного производства, при транспортировании материалов и связанных с этим операциях - погрузке, выгрузке, перегрузке.

В зависимости от материала, из которого пыль образована, она может быть *органической* и *неорганической*.

Органическая пыль бывает растительного (мучная, табачная, сахарная, чайная, хлопковая) и животного происхождения (шерстяная, костяная).

Неорганическая пыль подразделяется на минеральную (кварцевая, цементная и др.) и металлическую (стальная, чугунная, медная, алюминиевая и др.).

Пыли можно рассматривать как *дисперсные системы*: монодисперсные, т.е. состоящие из частиц примерно одинаковой величины, и полидисперсные, т.е. такие, в состав которых входят частицы различной величины. Промышленные пыли, как правило, полидисперсны.

Для правильного выбора пылеочистного оборудования, разработки новых и совершенствования существующих пылеочистных устройств, для проведения технологических мероприятий по уменьшению пылеобразования и пылевыведения необходимо знать основные свойства пыли.

К основным *физико-химическим свойствам* пыли относят ее дисперсность, т. е. степень измельчения, строение частиц, плотность, удельную поверхность, нижний и верхний пределы взрыва, электрические свойства и др.

Знание этих свойств позволяет судить о степени опасности данной пыли в санитарно-гигиеническом отношении, способности пыли образовывать взрывоопасные концентрации с воздухом, более или менее длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии. Знание этих характеристик пыли совершенно необходимо для выбора методов и устройств для пылеулавливания.

Под понятием *дисперсности* пыли подразумевается распределение пыли по классам (фракциям) крупности; при этом под крупностью понимают наибольший или средний поперечный размер (диагональ частиц).

Дисперсность в значительной мере определяет свойства пыли. Объясняется это тем, что в результате измельчения изменяются некоторые качества вещества и приобретаются новые. Это связано с тем, что при диспергировании (измельчении) вещества многократно увеличивается его суммарная поверхность. Например, при измельчении тела, имевшего форму куба и размеры 1х1х1 см, и превращении его в частицы также кубической формы, но с размерами 1 мкм, суммарная поверхность материала куба возрастет в 10000 раз и станет равной 6 м^3 .

В результате резкого увеличения поверхности вещества очень сильно увеличивается его химическая активность. Вещества, которые в обычном состоянии очень пассивно реагируют с окружающим кислородом воздуха, находясь в измельченном состоянии, становятся химически активными. Очень быстро и интенсивно протекают химические реакции окисления этих веществ.

Физическая активность вещества также резко возрастает. Например, измельченные вещества растворяются во много раз быстрее, чем исходный материал.

Кроме физических и химических свойств, дисперсный состав определяет характер и условия распространения пыли в воздушной среде. При тонкой дисперсности пыль более долговечна, так как осаждается значительно медленнее или практически совсем не осаждается. Сфера рассеивания пылевых частиц, таким образом, непосредственно зависит от дисперсного состава пыли. Основной вопрос пылеулавливания - выбор пылеочистного оборудования - в значительной мере определяется дисперсным составом улавливаемой пыли.

Исходя из этого, дисперсный состав пыли имеет первостепенное значение, и без его знания нельзя решать вопросы эффективного пылеулавливания.

Дисперсный состав пыли определяется путем лабораторного исследования различными методами.

Обычно, пылевые частицы имеют неправильную форму. Поэтому важно выразить размер пылевой частицы так, чтобы он был более характерен.

Существует несколько способов определения размеров пылевых частиц:

- по размеру в свету наименьших отверстий сита, через которые проходят данные частицы;
- по диаметру шарообразных частиц или по наибольшему линейному размеру частиц неправильной формы;
- по диаметру условных шарообразных частиц, обладающих при одинаковой плотности скоростью витания, равной скорости витания данной пылевой частицы.

Скорость витания – это скорость осаждения частицы пыли в неподвижном воздухе.

При определении дисперсного состава пыли, т.к. промышленные пыли, как правило, полидисперсны, следует распределять пылевые частицы по размерам. Весь диапазон размеров частиц, который встречается в данной пыли, разбивают на фракции. Фракция объединяет пылевые частицы, находящиеся в пределах одного интервала значений размеров рекомендуемой шкалы. Например, применяется следующая шкала размеров пылевых частиц: 1-1,3-1,6-2,0-2,5-3,2-4,0 - 5,0-6,3 - 8,0 -13 -16- 20-25- 32-40 -50-63 мкм.

Различные по размерам частицы подчиняются различным физическим законам. Так, перемещение частиц различных размеров происходит по законам гравитации, закону Стокса, законам броуновского движения.

Для улавливания частиц малых размеров необходимо специальное пылеочистное оборудование.

Для определения дисперсного состава пыли используется ряд методов, которые основаны на различных физических принципах. Выбор метода определяется видом пыли, требуемой точностью, наличием соответствующего оборудования и другими факторами.

Применяют следующие методы определения дисперсного состава пыли:

- **ситовый анализ** – разделение частиц на фракции путем последовательного просеивания навески пыли через лабораторные сита с отверстиями различных размеров;
- **седиментометрия** – разделение навески пыли на отдельные фракции путем ее осаждения в жидкой или газообразной среде;

– **микроскопический метод** – рассмотрение пылевых частиц с помощью оптического или электронного микроскопа, определение формы частиц, их размера и количества по фракциям;

– **центробежная сепарация** – разделение пыли на фракции с помощью центробежной силы в специальном аппарате.

Ситовый анализ. Пробу (навеску) пыли разделяют на фракции последовательно просеивая ее через сито с отверстиями разного размера.

Наименьший размер отверстий в ситах – 40 мкм. Таким образом, ситовый метод позволяет определить дисперсный состав пыли с размером частиц выше 40 мкм и не дает возможность определить распределение пылевых частиц в области более тонких фракций, представляющих наибольшую опасность. В этом состоит недостаток ситового метода. Применяют ручной и механический просев. Ручной просев обычно используют при исследовательской работе, а также для ответственных производственных анализов.

Седиментометрический метод анализа. Основан на том, что время осаждения пылевых частиц в жидкой среде зависит от их размера, выраженного через эквивалентный диаметр. Эквивалентный диаметр - это диаметр шара, имеющего такую же массу и плотность, как и данная частица.

Если известно время осаждения частиц на определенную глубину, расчетным путем можно определить эквивалентный диаметр частиц. Последовательное взвешивание осадка позволяет определить процентное содержание этих частиц в пробе пыли.

Микроскопический метод. Применение этого метода позволяет рассмотреть пылевые частицы размером до 1 мкм. Можно изучить строение пылевых частиц, сделать микрофотографии пыли. Могут быть определены размеры пылевых частиц и их количество.

При применении микроскопического метода дисперсный состав пыли определяют, измеряя частицы и определяя количество частиц каждой фракции. Микроскопический метод трудоемок, однако для некоторых видов пыли является единственно возможным методом исследований.

Метод центробежной сепарации. Последовательное отделение фракций от исследуемой навески пыли осуществляется под действием центробежной силы. Возникающая в аппарате центробежная сила в сотни раз больше силы тяжести, на использовании которой основан метод седиментометрии. В результате, время проведения анализа значительно сокращается.

Для анализа пыли по методу центробежной сепарации применяется аппарат "Бако" (рисунок 1). Суть действия этого прибора состоит в том, что в вихревое поле, которое имеет траекторию плоской спирали, вводят исследуемую пыль. Происходит разделение пыли на две фракции, затем отделяют следующую фракцию и т.д. Таким образом, последовательно разделяют исследуемую навеску пыли на восемь фракций.

Аппарат "Бако" не применяется для анализа слипающихся и волокнистых пылей, так как они забивают камеру разделения прибора и нарушают его работу.

Дисперсный состав пыли, полученный аналитическим путем, может быть представлен в табличной форме или в виде графика. Графическое изображение дисперсного состава более наглядно. Дисперсный состав пыли часто изображают в вероятностно-логарифмической системе координат. На оси абсцисс откладывают логарифмы диаметров частиц, на оси ординат - массу данной пыли соответствующего размера в процентах.

Распределение массы пыли по диаметрам выражается прямой или близкой к ней линией.

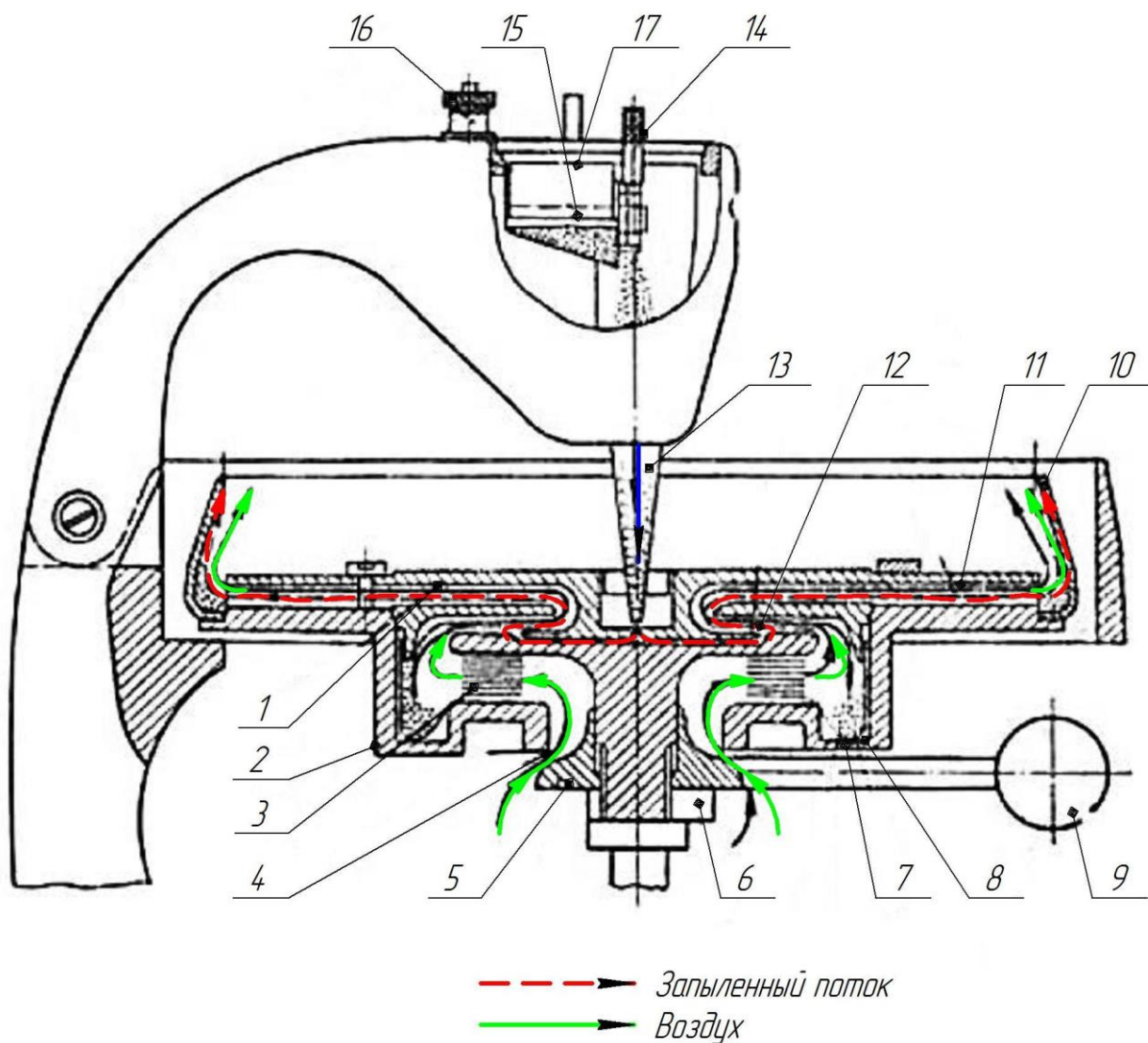


Рисунок 1 – Схема центробежного сепаратора "Бако": 1 - верхняя часть ротора; 2 - нижняя часть ротора; 3 - выпрямитель воздушного потока; 4 - кольцевая щель; 5 - коллектор; 6 - подкладка; 7 - пылесборник; 8 - пыль (крупная фракция); 9 - рукоятка тормоза; 10 - борт ротора; 11 - крыльчатка вентилятора; 12 - камера сепарации; 13 - питающая воронка; 14 - винт заслонки; 15 - исследуемая пыль; 16 - винт вибропитателя; 17 - вибропитатель.

Академиком А.Н. Колмогоровым теоретически обосновано, что дисперсность частиц, образующихся при измельчении материала в течение достаточно длительного времени, подчиняется логарифмическому нормальному закону распределения.

Справедливость этого положения была неоднократно подтверждена экспериментально.

Существует следующая характеристика классификационных групп пыли:

I – очень крупнодисперсная;

II – крупнодисперсная;

III – среднедисперсная;

IV – мелкодисперсная;

V – очень мелкодисперсная.

2 Методика микроскопирования

Оценка размеров частиц с помощью микроскопа производится следующими способами[2]:

- замером наибольшего размера каждой частицы;
- измерением каждой частицы в одном и том же направлении, т.е. определением линейной проекции частиц на некоторую общую ось [3];
- определением «диаметра Мартина» – длины линии, ограниченной контуром профиля и делящей примерно пополам площадь профиля; линия может быть проведена в любом направлении, но должна быть идентично ориентирована при измерении всех профилей;
- вычислением диаметра круга, имеющего площадь, эквивалентную проектируемой на прозрачную подложку площади частицы (так называемый проектированный диаметр);
- вычислением среднего размера по полусумме длины и ширины частицы.

Для достоверности получаемых результатов необходимо представительное минимальное число подсчитанных пылевых частиц. Бурштейн считал необходимым измерить 300 – 500 частиц в тех случаях, когда они не резко различаются по размерам и 1000 – 2000 при значительных колебаниях.

Ромашов предлагал определять минимальное число учетных секторов, полей зрения или частиц для достижения заданной точности результатов на ос-

новании обработки методами математической статистики предварительных опытных данных.

При микроскопическом анализе дисперсного состава пыли представляется удобным распределение на фракции по шкале с модулем 2, а именно: 1; 2; 4; 8; 16; 32 мкм.

При большом увеличении поле зрения в микроскопе очень мало. Несмотря на просмотр многих полей зрения и большое число просчитанных и измеренных частиц, число крупных частиц может оказаться недостаточным для достоверности расчета их распределения. Наиболее крупные частицы могут вообще не попасть в просмотренные поля зрения.

Для того чтобы избежать этой ошибки рекомендуется производить отдельно подсчет частиц мельче 8 мкм при увеличении около $1000 - 1200^x$, а частиц крупнее 4 мкм – при увеличении примерно 100^x . При каждом увеличении должно быть просмотрено не меньше 10 полей. Если плотность расположения частиц на препарате недостаточно равномерна, то обобщение подсчетов при большом и малом увеличении рекомендуется производить по фракции 4 – 8 мкм, подсчитываемой при обоих увеличениях.

Большой интерес представляет пересчет дисперсного состава пыли, полученного счетным методом, на соотношение фракций по массе частиц. Для частиц правильной геометрической формы это в первом приближении представляется выполнимым. В действительности частицы пылей и порошков имеют неправильную геометрическую форму. Кроме того, существует мнение, что их форма может изменяться с изменением размера частиц. Вследствие этого до настоящего времени не существует надежного метода пересчета, хотя в принципе такая возможность не отрицается, в частности путем установления переводных пофракционных коэффициентов для каждого вида пыли.

Размеры рассматриваемых под микроскопом частиц определяют путем сравнения их со шкалой окуляр-микрометр. Цена деления его шкалы определяется при помощи объект-микрометра, представляющего собой шкалу длиной 1 мм, разделенную на 100 частей (цена одного деления 10 мкм). Эта шкала, вы-

гравированная на специальном предметном стекле, рассматривается через микроскоп как объект.

В фокальной плоскости окуляра микроскопа помещается сетка со шкалой. Подсчитывается число делений изображения объект-микрометра, приходящихся на несколько делений окулярного микрометра и вычисляется цена деления окуляр-микрометра.

Для облегчения и ускорения подсчета числа и определения размера частиц взамен линейного окуляр-микрометра разработаны специальные масштабные сетки. На рисунке 2, *а* изображен дисковый компаратор, представляющий собой стекло, помещаемое в фокальную плоскость окуляра. На стекле нанесены 10 светлых и 10 затемненных кружков. Цифры показывают относительный диаметр каждого кружка, с помощью объект-микрометра определяют цену диаметра наименьшего кружка при данной оптической системе и далее рассчитывают цены диаметров остальных кружков. Прямоугольником выделен участок, на котором производится подсчет частиц. Размер частицы определяют, сравнивая ее с соответствующим кружком. Аналогичная сетка с кружками различных диаметров была разработана Богуславским.

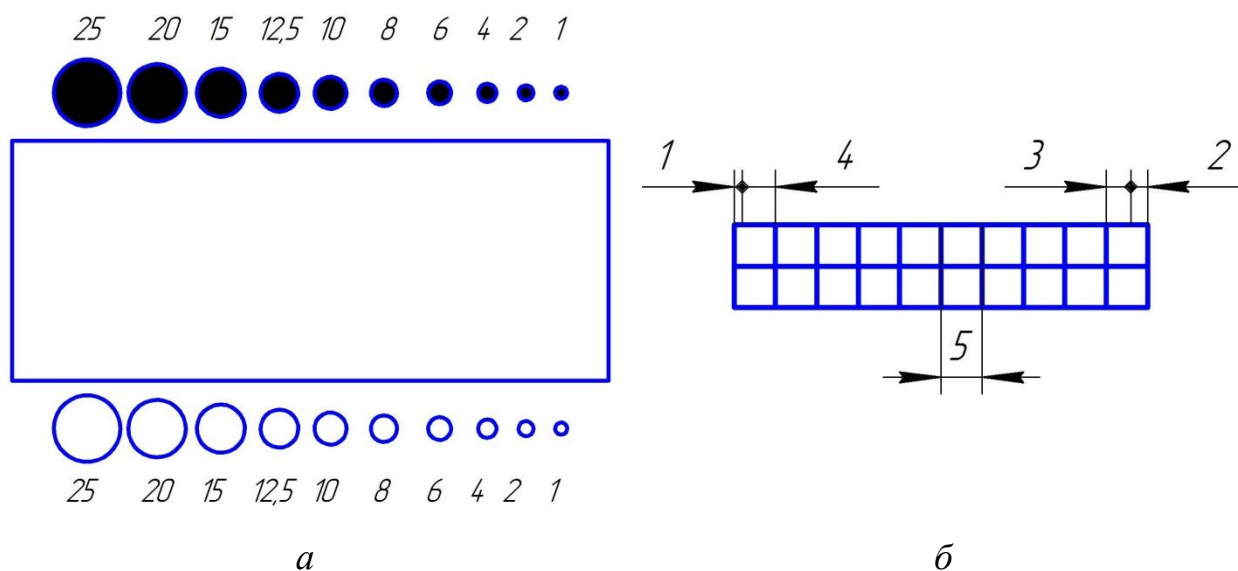


Рисунок 2 – Дисковый компаратор (*а*) и счетно-измерительная сетка Вигдорчик (*б*)

Другим вариантом приспособления для подсчета числа и определения размера частиц является сетка Вигдорчик (рисунок 2, б). Она состоит из двух рядов квадратных клеток. Размеры клетки рассчитаны так, что при обычно применяемом увеличении 1200^x для подсчета и измерения частиц сторона клетки равна 5 мкм. При небольшой разнице в увеличении (не более 2,5 %) возможно подогнать цену деления клетки к этому размеру изменяя длину тубуса. На крайних клетках нанесены дополнительно деления, соответствующие 1, 2, 3 и 4 мкм. Сопоставляя размер частиц с делениями сетки, их распределяют по фракциям.

Более высокой точности достигают с помощью окулярного винтового микрометра, который может быть использован с любым микроскопом, имеющим наружный диаметр тубуса 25 мм. Микрометр МОВ-1 состоит из окуляра с увеличением 15^x и неподвижной шкалы с подвижной нитью или сеткой (видимыми в поле зрения). Нить перемещается с помощью микрометрического винта с шагом 1 мм. На барабане винта нанесено 100 делений. Цена деления 0,01 мм. За один оборот винта нить перемещается на одно деление неподвижной шкалы. Цена деления барабана в предметной плоскости объектива определяется с помощью объект-микрометра. При определении размера пылевой частицы обычным путем по неподвижной шкале подсчитывается целое число делений, занимаемых частицей. Для определения величины неполного деления подвижная нить с помощью винта перемещается от последнего деления, занятого частицей, до края частицы. По числу делений на головке винта при его повороте, с учетом цены деления, вычисляется истинная доля неподвижной шкалы, занятая частицей.

Удобно рассматривать и производить подсчет и измерение частиц по изображению препарата на экране. При определении масштаба изображения измеряется цена деления объект-микрометра на экране. При этом увеличение микроскопа может быть не выше $300-500^x$. Оно ограничивается освещенностью получаемого на экране изображения.

Для облегчения и ускорения подсчета частиц применяются счетчики, позволяющие, не отрываясь от окуляра, путем нажима кнопки соответствующе-

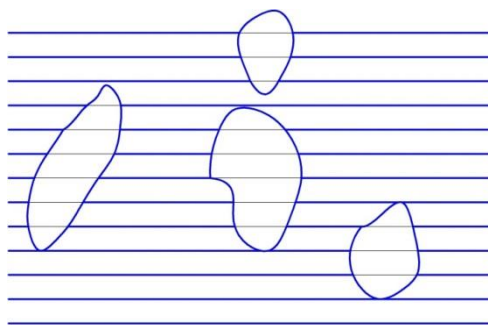
го циферблата отсчитывать число просмотренных частиц по размерам. Такие счетчики легко изготовить из стандартных деталей. Одним из таких полуавтоматических приборов является счетчик, в котором использованы телефонный искатель ШИ-17 и телефонные счетчики СЧ-3.

Для определения дисперсного состава изображение образца проектируется с негатива на экран. Измерение размеров частиц производится путем перемещения с помощью микрометрического винта визира от одного края частицы до другого.

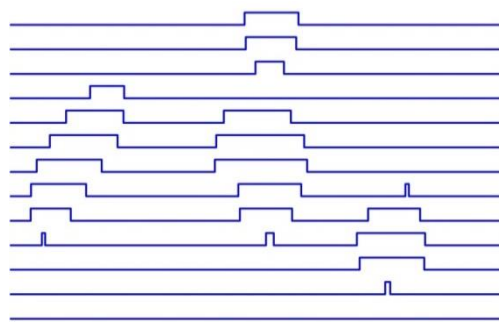
Автоматические приборы для подсчета числа частиц и разделения их на фракции основываются на методе сканирования («развертывания») образца лучом. Сканированием называется последовательное измерение интенсивности светового потока в каждой точке строки препарата. Различают следующие варианты сканирования в зависимости от расположения элементов микроскопа и сканирующей диафрагмы, т.е. когда последняя помещается:

1. непосредственно перед светоприемником –развертка в плоскости изображения;
2. под микроскопом – развертка в плоскости препарата;
3. над источником света – развертка в плоскости источника света (бегущий луч).

Для счета и измерения размеров частиц на пылевых препаратах сканированием бегущим лучом наиболее перспективно применение метода сканирования узкой строкой, схема которого приведена на рисунке 3.



a



б

Рисунок 3 – Сканирование по метолу узкой строки: *а* – схема; *б* – вид выходных сигналов

В настоящее время при микрокопировании для определения размеров частиц и распределения их числа по фракциям используют компьютерную технику, что позволяет получить более полную информацию, чем при обычном рассмотрении препаратов под микроскопом.

3 Порядок проведения работы

3.1 Подготовка препаратов

Приготовить препараты пыли для рассмотрения под микроскопом. Их можно приготовить 2-мя способами:

- по методу осветления фильтров;
- запылением предметного стекла.

В первом случае запыленный фильтр из материала ФПП-15 подвергают воздействию паров ацетона. Материал фильтра расплавляется, образуя прозрачную пленку, и фиксирует частицы пыли.

Для приготовления препарата пылей, взаимодействующих с растворителем, этот метод непригоден.

В данной работе препарат для микрокопирования приготовлен другим способом: предметное стекло, сухое или покрытое липким прозрачным веществом (желатин из агар-агара), запыляют, а затем накрывают покровным стеклом.

3.2 Определение увеличения микроскопа

Для определения объективного размера пылевых частиц необходимо точно знать увеличение микроскопа МБС-10, которое равно произведению увеличений используемых в данный момент окуляров и ной части [4]:

$$U = U_{\text{ок}} \cdot U_{\text{об}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{ок}}$ – увеличение окуляра, крат;

$U_{\text{об}}$ – увеличение объективной части, крат.

Таким образом, используя окуляр 8^{\times} с измерительной шкалой и объективную часть с увеличением 4^{\times} получим:

$$U = 8 \cdot 4 = 32 .$$

Оптические характеристики микроскопа МБС-10 приведены в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Оптические характеристики микроскопа

Увеличение объективной части, крат	Увеличение микроскопа, крат		Поле зрения в плоскости объекта, мм	
	увеличение окуляра			
	8	14	8	14
0,6	4,8	8,4	39,6	29,7
1	8,0	14,0	23,0	16,8
2	16,0	28,0	11,2	8,4
4	32,0	56,0	5,6	4,2
7	56,0	100,0	3,2	2,4

3.3 Общие указания по работе с микроскопом

Сфокусировать микроскоп на объект, вращая рукоятки 11 (рисунок 4).

Установить межзрачковое расстояние прибора в соответствии с базой глаз наблюдателя, вращая рукоятку 4.

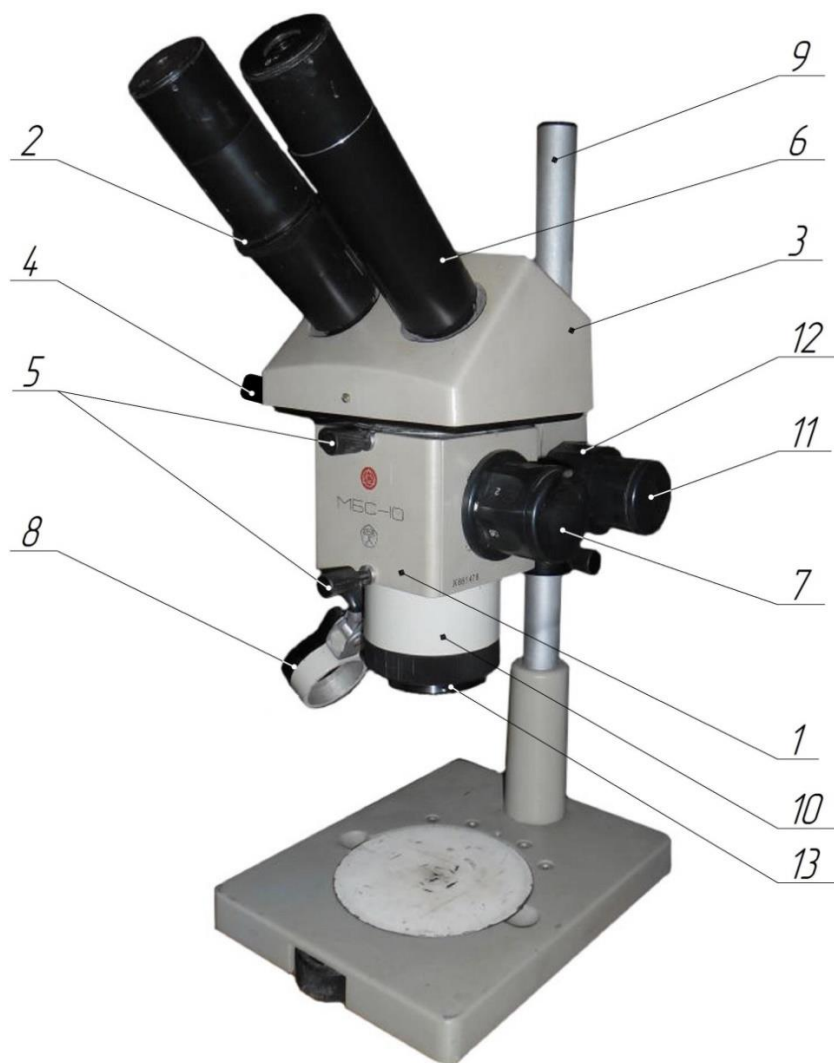


Рисунок 4 – Общий вид микроскопа МБС-10: 1 – корпус с барабаном; 2 – кольцо диоптрийной наводки; 3 – бинокулярная насадка; 4 – рукоятка механизма изменения межзрачкового расстояния; 5 – винты, фиксирующие бинокулярную насадку и объектив; 6 – окулярная трубка; 7 – рукоятка переключения увеличений; 8 – кронштейн светофильтра; 9 – стойка; 10 – объектив $f = 90$ мм; 11 – рукоятка фокусировки; 12 – рукоятка регулировки хода; 13 – кольцо

При работе на больших увеличениях следует пользоваться рукояткой регулировки хода 12 при фокусировке на объект. Выбрать положение осветителя, вращая его относительно объектива вместе с кронштейном и подбирая удобный угол наклона.

Диоптрийную наводку следует использовать после того, как микроскоп сфокусирован на объект по ветви, которая не имеет диоптрийной наводки.

3.4 Определение размера частиц при помощи окуляра 8^x с измерительной шкалой

Окуляр имеет механизм диоптрийной наводки. В фокальной плоскости окуляра установлена шкала, вместо которой можно установить сетку. Шкала представляет собой плоскопараллельные стеклянные круглые пластинки. На ней нанесена шкала с ценой деления 0,1 мм (рисунок 5).

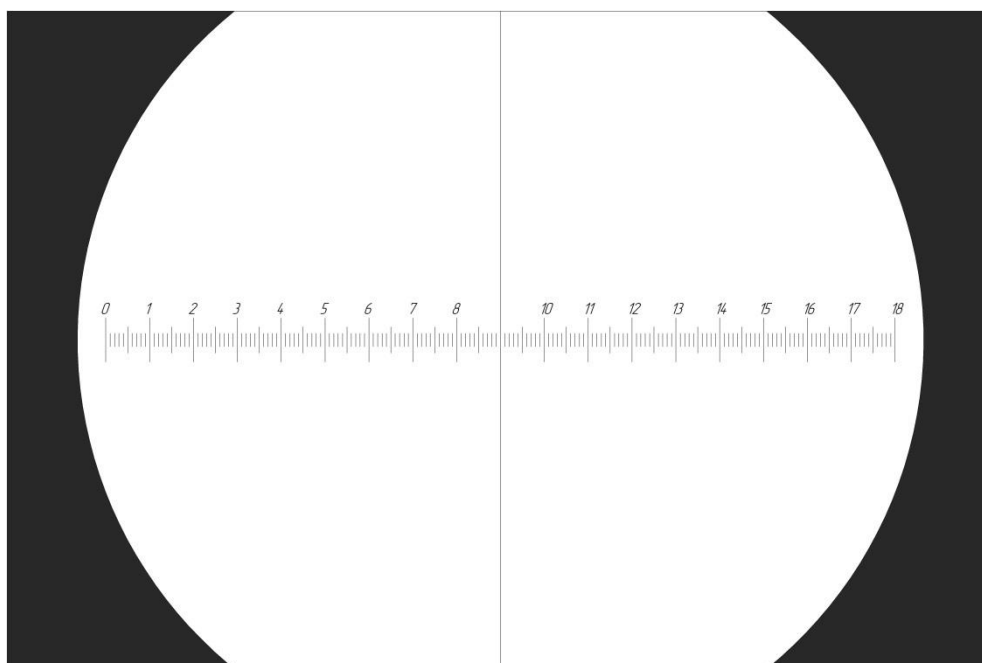


Рисунок 5 – Измерительная шкала окуляра 8^x

Для приближенной оценки линейных размеров объекта следует в одну из окулярных трубок прибора вставить окуляр 8^x с измерительной шкалой. Механизмом диоптрийной наводки окуляра добиться резкого видения шкалы. Затем поворотом рукояток механизма фокусировки добиться резкого изображения объекта. В переводной таблице 2 указано какому линейному размеру на объекте соответствует одно деление шкалы при всех увеличениях микроскопа.

Таблица 2 – Переводная таблица увеличений микроскопа

Округленные значения увеличений, нанесенные на рукоятках барабана, крат	Переводной коэффициент k (одно деление шкалы 0,1, мм соответствует величине на объекте)
0,6	0,17
1	0,1
2	0,05
4	0,025
7	0,014

Чтобы определить приближенные размеры объекта (его линейные размеры или площадь, при использовании измерительной сетки), достаточно подсчитать число делений шкалы, которое укладывается в измеряемом участке объекта, и умножить его на число, указанное в переводной таблице, соответствующее тому увеличению микроскопа, при котором производится измерение:

$$P_{\text{ч}} = z \cdot k, \quad (2)$$

где z – количество делений, охватывающих пылевую частицу;

k – переводной коэффициент.

3.5 Оформление отчета

Подсчитать в поле зрения микроскопа число частиц, имеющих размеры в следующих интервалах (фракции): < 1 мкм; от 1 до 5 мкм; от 5 до 10 мкм; от 10 до 25 мкм; выше 25 мкм.

При работе с пылями, частицы которых не очень отличаются по размерам, измеряют 300 – 500 частиц; при значительной полидисперсности пыли делают измерения 1000 – 2000 частиц.

После подсчета числа частиц каждой фракции, результаты выразить в процентах от числа частиц:

$$d = \frac{n}{n_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где d – доля частиц определенной фракции;
 n – число частиц определенной фракции, шт;
 n_0 – общее число замеренных частиц, шт.

Результаты измерений занести в сводную таблицу 3.

Таблица 3 – Сводная таблица измерений

Размер частиц, мкм	< 1	1 – 5	5 – 10	10 – 25	> 25
Число частиц фракции n , шт.					
Доля частиц определенной фракции d , %					

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой пыль? В чем ее опасность?
2. Каковы основные физико-химические характеристики пыли?
3. С какой целью необходимо знать физико-химические характеристики пыли?
4. Что такое дисперсность пыли и какими методами она определяется?
5. В чем суть ситового анализа и порядок его проведения?
6. В чем суть седиментометрического метода?
7. Суть центробежного метода воздушной сепарации?
8. Суть микроскопического метода, почему он называется счетным?
9. Какие аппараты используются для очистки атмосферы от пыли?
10. Как пыль классифицируют по происхождению?
11. Каков интервал дисперсности аэрозольных частиц?
12. Как пыль классифицируют по размерам?

Список литературы

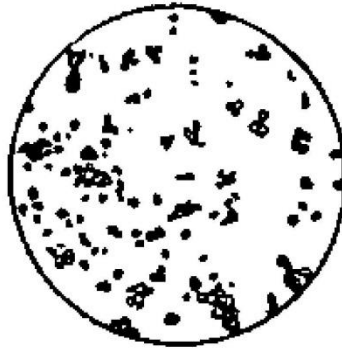
1. Определение дисперсности пыли [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberpedia.su/12xc97f.html> (дата обращения: 30.01.19 г.).
2. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. 3-е изд. перераб. Л.: Химия, 1987. 264 с.
3. Градус Л.Я. Руководство по дисперсному анализу методом микроскопии. М.: Химия, 1979. 232 с.
4. Микроскоп стереоскопический МБС-10 (вариант 2). Паспорт и руководство по эксплуатации. М., 2012. 8 с.

Приложения

Приложение 1 – Форма частиц пыли различного происхождения



Древесная



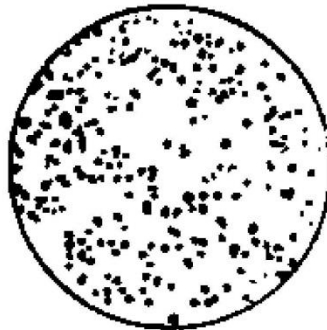
Угольная



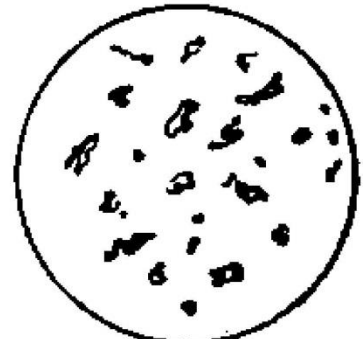
Щетинная



Шамотная



Кремневая



Напилочная



Пеньковая

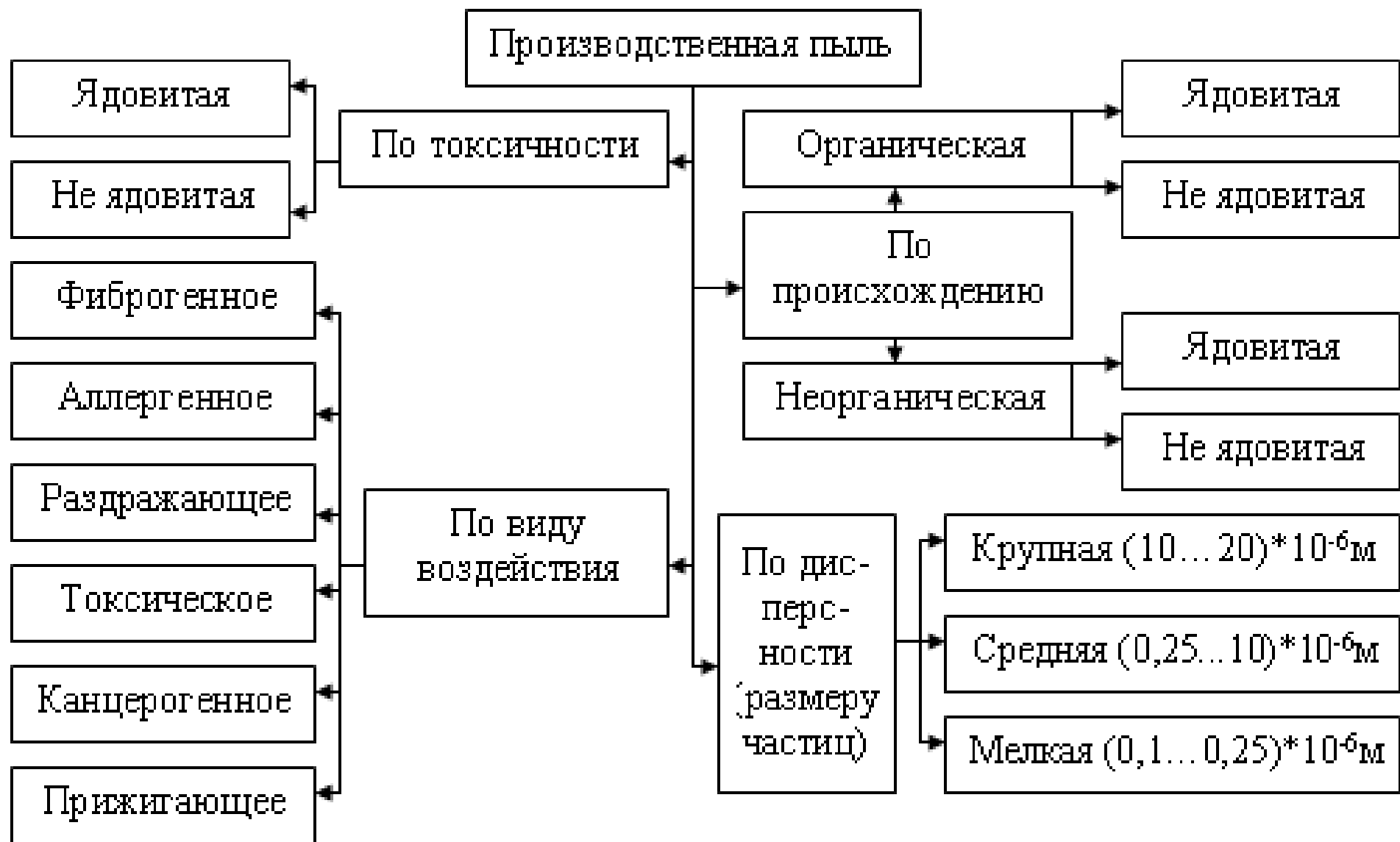


Льняная



Зерновая

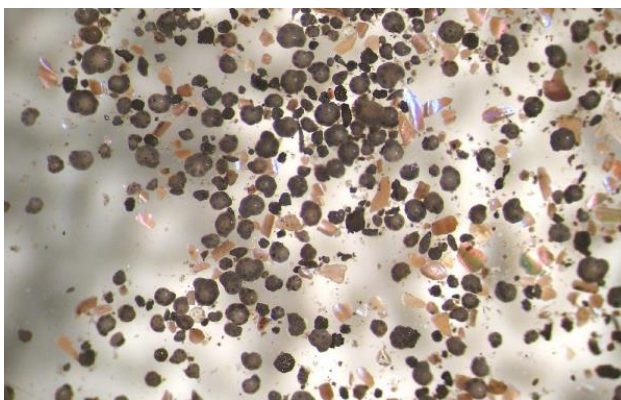
Приложение 2– Классификация производственной пыли



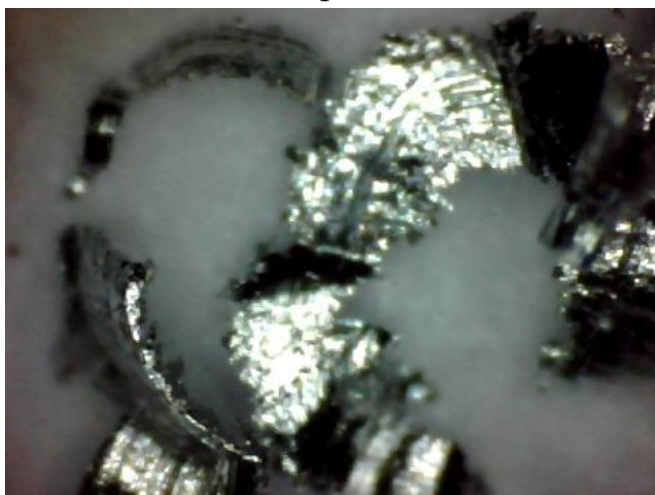
Приложение 3 – Изображение пыли различного происхождения под микроскопом



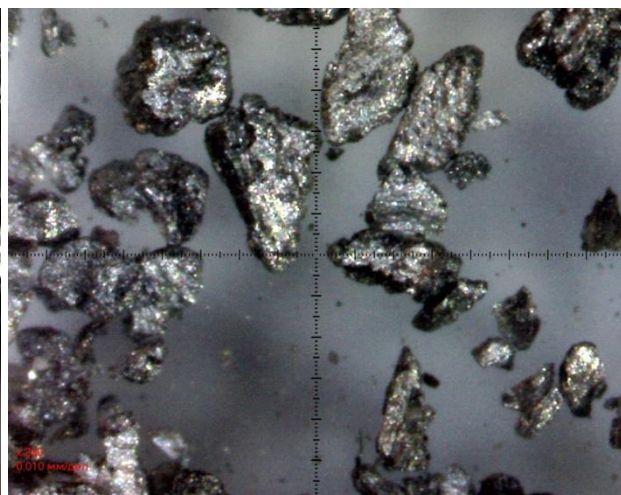
Частицы кварцевого песка



Частицы глины



Магниева стружка

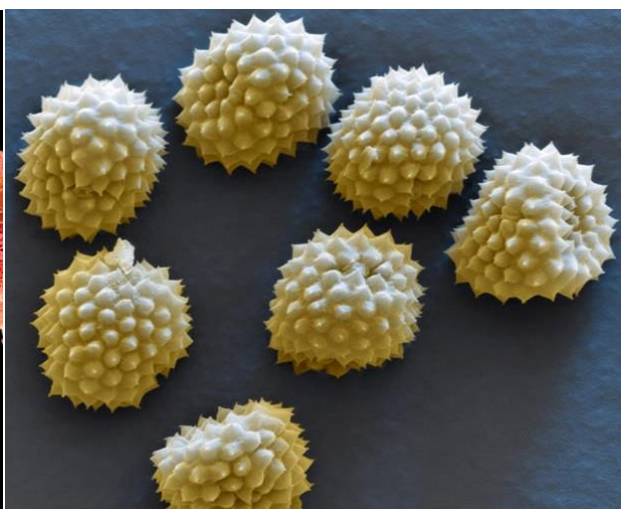


Алюминиевая стружка

Пыльца растений



Пыльца Маргаритки



Пыльца Амброзии обыкновенной

Учебное издание

Адылин Иван Петрович

Определение дисперсного состава пыли
в воздухе рабочей зоны методом микроскопирования

Методические рекомендации к выполнению
лабораторно-практических работ
для студентов всех направлений подготовки (бакалавриат)
по дисциплине «Промышленная экология»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 15.11.2019 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,63. Тираж 25 экз. Изд. 6559.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии.
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ