

датель киностудии «Леннаучфильм» В.И.Гуркаленко). Понятие «экодрайвинг», появившееся в Европе в 90-х годах, означает не только бережное к окружающей среде вождение автотранспортного средства, но и идею его рациональной эксплуатации автовладельцем на протяжении всего жизненного цикла автомобиля, вплоть до отказа от передвижения на автомобиле без серьезной необходимости. Создание фильма находится на стадии поиска финансового компаньона проекта.

Рогалев Виктор Антонович

Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы

E-mail: maneb@mail.ru

199026, Россия, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 26 линия, д. 9-а, А/Я 966, тел.: 8(812) 322-04-51

Денисов Валерий Николаевич

E-mail: maneb@mail.ru

Rogalev Viktor Antonovich

International Academy of Ecology, Man and Nature Protection Sciences

E-mail: maneb@mail.ru

9-a, 26 Linyia, Vasilievsky ostrov, St. Petersburg, 199026, Russia

Ph.: +7(812) 322-04-51

Denisov Valeriy Nikolaevich

E-mail: maneb@mail.ru

УДК 534.29:551.594.25

М. А. Тимошенко, Н. Н. Чернов

**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА
СУБМИКРОННЫХ И НАНОЧАСТИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

В данной работе предложен метод построения дисперсного распределения аэрозольных наночастиц с помощью программы Mahtcad, более простой и удобный по сравнению с описанными в литературе. Представлены нанофотографии, а также графики дисперсного распределения четырех видов частиц табачного дыма, исследованных методом атомно-силовой микроскопии.

Дисперсное распределение; аэрозоли; наночастицы; концентрация; взаимодействие частиц; средний медианный размер.

М. А. Timoshenko, N. N. Chernov

**THE DISPERSE STRUCTURE OF SUBMICRON AND NANOPARTICLES
DETERMINATION PECULARITY BY ATOMIC FORCE MICROSCOPY
HARDWARE-ASSISTED**

The method of aerosol nanoparticles disperse structure construction, using the Mahtcad in present work is proposed. This method is easier and more convenient in comparison with described in the scientific literature. The nanophotographs, as well as disperse structure four kind of tobacco smoke particles graphs, investigated by the atomic-force microscopy method are represented.

Disperse structure; aerosols; nanoparticles; concentration; particles interaction; middle median size.

При акустической коагуляции дымов и туманов происходит гидродинамическое взаимодействие аэрозольных частиц [1], приводящее к быстрому их укрупнению с образованием агрегатов, содержащих десятки и сотни первоначальных частиц. Акустическая коагуляция используется в осадительных аппаратах промышленных очистных сооружений. Процесс взаимодействия субмикронных и наночастиц в звуковом поле, приводящий к образованию агрегатов, разделяется на микро- и макропроцесс.

В первом случае имеет место гидродинамическое взаимодействие при вязком обтекании [1]. На микроуровне гидродинамическое взаимодействие аэрозольных частиц в акустическом поле имеет место вследствие того, что при колебательном движении какой-либо частицы в вязкой среде ее движение возмущается гидродинамическим полем соседних частиц. Последние, в свою очередь, при движении испытывают влияние рассматриваемой частицы. В результате такого взаимного влияния меняются силы, действующие со стороны движущейся среды на частицы, вызывая относительное движение близкорасположенных частиц. Область гидродинамического взаимодействия имеет линейные размеры порядка 100 радиусов рассматриваемой частицы [1].

На микроскопическом уровне, при сближении частиц до расстояний порядка межатомных, между частицами возникают адгезионные силы взаимодействия, обусловленные молекулярными силами Ван-дер-Ваальса. Эти силы объясняют эффективное слипание частиц в звуковом поле.

Дисперсный состав характеризуется «средним» размером и распределением частиц по размерам [2]. «Средний» (медианный) диаметр частицы определяют как диаметр гипотетической частицы, являющейся представителем всех частиц в пробе. В качестве параметров, характеризующих размер частиц, можно взять их диаметр или радиус, поверхность, периметр, объем, удельную поверхность и скорость оседания. Счетное распределение частиц по размерам можно представить в виде гистограммы, выражающей процент частиц с размерами, лежащими в данных интервалах, и переходящей в пределе, при бесконечном уменьшении этих интервалов, в кривую распределения по размерам. Распределение частиц по размерам в аэродисперсных системах является результатом ряда случайных причин, и кривая распределения, казалось бы, должна быть гауссовой кривой, соответствующей нормальному распределению. В действительности нормальное распределение частиц по размерам в аэрозолях встречается довольно редко, например, в так называемых монодисперсных конденсационных аэрозолях, впервые полученных в лаборатории Ла Мера [2]. В общем случае наблюдается ясно выраженная асимметрия кривой распределения. Но если по оси абсцисс откладывать логарифм диаметра частиц (вместо самого диаметра), то асимметричная кривая часто переходит в гауссову.

Если на логарифмически-вероятностной сетке откладывать общее процентное содержание частиц, меньших данного размера, то в случае логарифмически-нормального распределения теоретически должен получаться прямолинейный график. Из прямолинейного графика, соответствующего логарифмически нормальному распределению, можно непосредственно найти счетный медианный (50 %-ный) размер, равный среднему геометрическому диаметру d_g . Нетрудно вычислить также геометрическое квадратичное отклонение σ_g , так как из свойств интеграла вероятностей следует:

$$\sigma_g = \frac{84,13\% - \text{ный размер}}{50\% - \text{ный размер}} = \frac{50\% - \text{ный размер}}{15,87\% - \text{ный размер}} \quad (1)$$

(84,13 %-ный размер означает, что 84,13 % частиц меньше данного размера и т. д.).

Аналогичным образом, имея весовое распределение частиц, можно в случае логарифмически-нормального распределения вывести выражения для весового медианного диаметра M_g и весового геометрического отклонения σ_g . Так как весовое и счетное геометрические квадратичные отклонения равны между собой (прямые счетного и весового распределения параллельны друг другу), Хетч [2] предложил упрощенный метод расчета M_g по формуле

$$\lg M_g = \lg d_g + 6,90781g^2 \sigma_g. \quad (2)$$

Для расчета общего числа частиц в аэродисперсной системе при акустической коагуляции экспериментальным путем определяется дисперсное распределение и весовая концентрация, а затем, используя обычную схему пересчета счетного распределения в весовое, определяется с учетом концентрации число частиц в единице объема. Дисперсный состав исследовался нами методом атомно-силовой микроскопии, отличающимся наглядностью и достаточной точностью, который позволил визуально определить форму и дисперсный состав частичек. Было установлено, что частицы табачного дыма первоначально имеют округлую продолговатую форму, способны образовывать нитевидные агрегаты в статических условиях. Размеры частиц находятся в достаточно широком диапазоне: от единиц – десятков нанометров до сотен микрон.

Дисперсное распределение рассматриваемых частиц подчиняется нормально-логарифмическому закону [5]. В данной работе дисперсное распределение представлено в виде интегральных кривых в вероятностно-логарифмической сетке, когда по вертикальной оси откладывается процентное содержание частиц, имеющих размер меньше данной величины $D_p=2R$, а по горизонтальной оси $\log D_p$. В вероятностно-логарифмической сетке распределение аэрозольных частиц по размерам имеет форму прямых линий. В этом случае угол наклона прямой определяется дисперсией распределения:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sigma \log D_p}. \quad (3)$$

Для расчета использовались результаты исследований наночастиц сигаретного дыма, полученные в виде фотографий методом атомно-силовой микроскопии (рис. 1). По фотографиям были оценены размеры частиц и получено дисперсное распределение [4].

В работе представлены дисперсные распределения исследованных в [4] частиц табачного дыма, посчитанные с помощью пакета Mathcad. Этот способ наиболее простой и быстрый, по сравнению с описанными в литературе [1 – 3, и др.]. В Mathcad для построения графиков часто используется «дискретная переменная». Дискретная переменная определяет ряд значений, для которых вычисляется функция, и этот ряд значений функции можно вывести в виде графика или таблицы. С помощью дискретной переменной можно задавать как целые, так и дробные значения переменной, но равноотстоящие друг от друга [6]. Ряд чисел:

$$x := A, A + (B - A) / N, \dots, B, \quad (4)$$

где A – первое; $A + (B - A) / N$ – второе; B – последнее число; N – число интервалов, на которые разбит отрезок от A до B .

$$y := \frac{x \cdot 100}{C}, \quad (5)$$

где $C \geq x$.

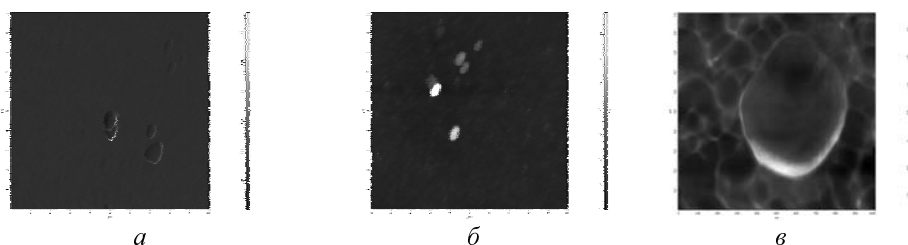


Рис. 1. Фотографии, полученные методом атомно-силовой микроскопии



Рис. 2. Дисперсное распределение частиц сигаретного дыма: 1 – «Bond», $D_m = 0,5$ мкм; 2 – «Наша-марка», $D_m = 0,65$ мкм; 3 – «Marlboro», $D_m = 0,75$ мкм; 4 – «Махорка», $D_m = 1,75$ мкм

Для построения интегральных кривых дисперсного распределения достаточно посчитать общее количество частиц и измерить крайние размеры (самой крупной и самой маленькой частиц). Затем вводится дискретная переменная, в соответствии с формулой (4). По полученному множеству значений построен график функции дисперсного распределения (рис. 2), на котором по горизонтали отложен диаметр исследуемых частиц, мкм, а по вертикали – вероятность того, что отдельно взятая частица имеет данный размер (формула (5)), т.е. процентное содержание частиц. Тогда любая частица с вероятностью 50 % имеет размер, равный среднему (медианному).

Как видно из рис. 2, дисперсное распределение подчиняется нормально-логарифмическому закону. Менее 10 % частиц имеют размеры до 100 нм. Несмотря на то, что этих частиц мало, они представляют наибольшую опасность для здоровья человека, так как легко попадают в кровь и проникают во внутренние органы, возбуждают раковые клетки. На рис. 2 показаны, что кумулятивная функция плавно увеличивается с ростом размеров частиц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тимошенко В.И., Чернов Н.Н. Взаимодействие и диффузия частиц в звуковом поле. – Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2003. – 304 с.
2. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – пыли, дымы и туманы. – Ленинград: Химия, 1969. – 428 с.
3. Медников Е. П. Акустическая коагуляция и осаждение аэрозолей. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 224 с.

4. Чернов Н. Н., Тимошенко М. А. Исследование частиц сигаретного дыма// Известия ТРТУ. – Таганрог, 2006. № 12(67). – С. 118 – 120.
5. Тимошенко М. А., Чернов Н. Н. Модель осаждения частиц сигаретного дыма на поверхность в звуковом поле с учетом квазистационарности среды// Нелинейные акустические системы: Сборник статей, май, 2008. – Ростов-на-Дону, 2008. – С. 206 – 213.
6. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс. – Спб.: Питер, 2005. – 448 с.

Тимошенко Мария Алексеевна

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: timoshenkomaria@mail.ru

347928, Россия, г. Таганрог, Ростовской обл., Шевченко, 2

Тел.: 8(8634)37-17-95

Чернов Николай Николаевич

E-mail: nik-chernov@ya.ru

Timoshenko Maria Alexseevna

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University"

E-mail: timoshenkomaria@mail.ru

2, Shevchenko Str., Taganrog, 347928, Russia

Ph.: 8(8634) 37-17-95

Chernov Nicolay Nikolaevich

E-mail: nik-chernov@ya.ru

УДК 504:595.796

С. В. Блинова

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПОСЕЛЕНИЯ МУРАВЬЕВ

Цель работы – изучение влияния предприятий угольной промышленности на поселения муравьев. Выявлено, что муравьи проявляют квазиадаптивный тип реакции на загрязнения угольных предприятий. Наиболее устойчивыми к воздействию являются муравьи р. Lasius. Муравьи р. Myrmica не выдерживают влияния твердых промышленных выбросов. В загрязненной зоне отмечены преимущественно подземные гнезда. Большинство гнезд в контроле – с хорошо выраженными холмиками.

Муравьи; видовой состав; плотность гнезд; угольная промышленность.

S.V. Blinova

EFFECT OF COLLIERY ON ANT COLONY

The purpose of work - studying of influence of the coal-mining industry on settlements of ants. It is revealed, that ants show kwaziadaptation type of reaction to pollution of the coal enterprises. The steadiest to influence are ants g. Lasius. Ants g. Myrmica do