

Я. З. ЗАЙДЕНБЕРГ

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ  
ЕСТЕСТВЕННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ**

*(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 19 IV 1944)*

Применяющиеся до сего времени методы измерения концентрации и размера частиц естественных аэрозолей слишком сложны и для их осуществления необходима лабораторная обстановка.

В 1942 г. В. Ф. Литвиновым была предложена идея создания портативного полевого прибора для измерения концентрации и размера частиц различных аэрозолей в естественных условиях их существования без осаждения. Эта идея воплощена в жизнь автором статьи в Институте астрономии и физики Казахского филиала АН СССР при участии проф. В. Ф. Литвинова.

Сконструированный прибор представляет собой ультрамикроскоп, отличающийся от хорошо известной схемы Жигмонди — Зидентофа тем, что вместо одностороннего (бокового) освещения частицы в нем освещаются по всей их образующей, при этом яркость света, рассеиваемого частицами, возрастает во много раз. Как и следовало ожидать, такой способ освещения значительно увеличил разрешающую способность прибора, что является существенным и положительным отличием его от всех ранее выпущенных образцов. Практически, при свете электролампы 8 V, мощностью в 21 W можно легко наблюдать частицы, испытывающие броуновское движение. Для образования темного поля мы использовали идею темнопольного конденсатора Цейсса, вырезав центральные лучи светового потока, падающего на осветитель Аббе, при помощи двух диафрагм, помещенных перед нижней линзой и позади нее. Фронт — линзу осветителя оказалось удобным убрать, так как она сильно укорачивает его фокус и тем самым ограничивает свободу установки кюветки для наблюдений. Кюветка для наблюдений представляет собой полый латунный цилиндр с двумя патрубками для впуска и выпуска пробы, с верхним и нижним основанием и с хорошо отполированными круглыми стеклами. Металлическая поверхность кюветки тщательно вычерчена изнутри и снаружи. Рабочие габариты кюветки таковы: внутренний диаметр цилиндра 6 мм, высота 2 мм, внутренний диаметр патрубка 1 мм. Для периодической чистки стеклянных поверхностей кюветки от осаждающейся на них пыли она разбирается на части, скрепляющиеся между собой винтами. Оптика микроскопа состоит из объектива — микролюминар Цейсса  $f = 36$  мм, ортоскопического  $17\times$  окуляра ГОМЗ № 23 и  $10\times$  окуляра Гюгенса той же фирмы, снабженного окулярной шкалкой с ценой деления 0,0294 мм. В  $17\times$  окуляр вставлена диафрагма, ограничивающая размер поля до диаметра 0,785 мм. При постройке полевого прибора мыслится устройство ряда сменных диафрагм. Это необходимо для такого ограничения

поля, при котором независимо от концентрации исследуемого аэрозоля наблюдателю не приходилось бы одновременно отсчитывать более 4—5 частиц.

Для измерения концентрации и размера частиц исследуемого аэрозоля прибор включается в сеть переменного тока или соединяется с аккумуляторной батареей; при этом зажигается осветитель и приводится в действие электровентилятор. Далее, поворотом крана на 180° в кювету засасывается проба исследуемого аэрозоля.

1. Измерение концентрации. Наблюдатель устанавливает окуляр с 17-кратным увеличением и производит подсчет числа дифракционных изображений частиц, резко очерченных на темном поле прибора. Подсчет среднего значения концентрации, приходящейся на один отсчет (из 100 определений), и последующее приведение его к единице объема дает среднее значение концентрации исследуемого аэрозоля. Вычисление производится по формуле

$$rk_{\text{ср}} = \frac{M}{24,94 \cdot 10^{-5}} \text{ частиц/см}^3,$$

где  $M$  — среднее число частиц, приходящееся на 1 отсчет (из 100 определений),  $24,94 \cdot 10^{-5}$  см — объем счетного пространства прибора, определяющийся диаметром поля наблюдения и глубиной фокуса оптической системы прибора.

2. Измерение размера частиц. Наблюдатель устанавливает окуляр с 10-кратным увеличением и при помощи секундомера определяет время свободного падения дифракционных изображений частиц перед окулярной шкалой. Размер частиц вычисляется по закону Стокса. Для измерения природных аэрозолей плотность твердой фазы  $\rho$  мы приняли равной 2 г/см<sup>3</sup>, что приблизительно соответствует плотности естественной пыли минерального происхождения, и получили для сконструированного прибора простую зависимость размера частиц от скорости прохождения ими участка пути, равного 0,294 мм:

$$r = 3,48 \cdot 10^{-4} \sqrt{1/t} \text{ см},$$

где  $t$  — время прохождения падающей частицей отрезка пути, равного 0,294 мм, в секундах.

Измерив скорость падения частиц в 5—6 пробах воздуха, наблюдатель определяет частные скорости 40—60 частиц (в зависимости от концентрации) и по ним определяет средний размер частиц исследуемого аэрозоля. Подсчет ярко освещенных частиц на темном фоне и определение скорости их падения перед окулярной шкалой прибора не представляют труда и могут быть осуществлены любым наблюдателем без предварительной подготовки.

Для оценки работы сконструированного прибора им было произведено приблизительно 4500 контрольных измерений концентрации и около 1000 определений размера частиц аэрозолей, продублированных по времени и месту прибором Оуэнса. Для исключения субъективной ошибки все измерения производились попеременно двумя наблюдателями и результаты измерений сопоставлялись с такими же, полученными с помощью прибора Оуэнса. При изучении полученных результатов был подсчитан коэффициент корреляции  $r$  для измерения концентрации аэрозолей сравниваемыми приборами, оказавшийся равным

$$r = +0,704 \pm 0,084.$$

Было обнаружено, что абсолютное значение концентрации аэрозолей, измеренных описываемым прибором, в среднем превышает результат, полученный в тех же условиях с помощью прибора Оуэнса, в 3 раза.

Это обстоятельство указывает на ограниченность прибора Оуэнса и несовершенства метода осаждения для измерений концентрации аэрозолей. Кривые распределения частиц по размерам, построенные по данным, полученным с помощью сравниваемых приборов, обнаружили почти полное совпадение.

Выводы. 1. Сконструирован прибор для измерения концентрации и размера частиц различных аэрозолей в нормальных условиях их существования — во взвешенном состоянии.

2. Благодаря описанной конструкции освещения прибор обладает очень большой разрешающей способностью, выгодно отличающей его от всех ранее выпущенных образцов.

3. Рабочий диапазон прибора очень велик — от частиц, испытывающих броуновское движение, до размеров, исчисляющихся несколькими микронами в диаметре.

4. Измерения с помощью сконструированного прибора и их обработка занимают минуты, в отличие от часов, необходимых для обработки проб по методу Оуэнса, и могут выполняться любым наблюдателем — без предварительной подготовки.

5. Прибор портативен и может быть широко использован для экспедиционных работ.

Поступило  
19 IV 1944

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. Гиббс, Аэрозоли, Л., 1929. <sup>2</sup> Уайтлоу-Грей и Паттерсон, Дым, М.-Л. 1934. <sup>3</sup> Ю. Вейцер и Г. П. Лучинский, Химия и физика маскирующих дымов М.-Л., 1938.