

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 551.508.91:551.510.42

ДИФФУЗИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР АЭРОЗОЛЯ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО РАЗМЕРАМ
И КОНЦЕНТРАЦИИ НАНО- И СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ

© 2019 г. С. В. Валиулин, А. М. Бакланов, С. Н. Дубцов,
В. Г. Митроченко, П. П. Моисеенко, А. А. Онищук

Поступила в редакцию 08.08.2018 г.

После доработки 08.08.2018 г.

Принята к публикации 15.08.2018 г.

DOI: 10.1134/S0032816219010269

Разработанный в ИХКГ СО РАН диффузионный спектрометр аэрозоля ДСА-М предназначен для мониторинга аэрозольных частиц при решении широкого круга задач – от научных исследований до контроля загрязнений воздуха рабочей зоны. ДСА-М представляет собой автоматическое устройство для измерения концентраций и размеров nano- и субмикронных аэрозольных частиц.

Внешний вид спектрометра ДСА-М представлен на рис. 1, его блок-схема – на рис. 2. Спектрометр состоит из 10-каскадной диффузионной батареи, конденсационного укрупнителя, фотоэлектрического счетчика частиц, аспирационной системы, предназначенной для контроля и регулирования воздушных и аэрозольных потоков в приборе, а также блока питания и управления. Для передачи команд от управляющей программы спектрометру ДСА-М и приема от него измеренных данных связь с компьютером осуществляется через RS232-интерфейс.

В основе работы спектрометра ДСА-М лежит измерение вероятности прохождения (“проскока”) аэрозольных частиц через набор сеток в зависимости от диаметра частиц. Для этого аэрозольный поток с постоянной скоростью пропускается через 10-каскадную диффузионную батарею. Она представляет собой последовательность секций, первая из которых не содержит сеток и служит для определения общей концентрации аэрозольных частиц, остальные заполнены капроновыми сетками, установленными перпендикулярно потоку. Определение функции распределения частиц по размерам осуществляется с помощью измерения “проскоков” через каскады диффузионной батареи. Другими словами, измеряется отношение концентрации частиц в потоке до и после прохождения через каскады диффузионной батареи в различной последовательности. Функция распределения по размерам определяется из

измеренных “проскоков” в рамках верной модели теории фильтрации [1, 2]. Данный подход позволяет измерять спектры размеров частиц аэрозоля, содержащего несколько размерных мод [3, 4].

Определение общей концентрации и количества частиц, прошедших через определенное число секций диффузионной батареи, осуществляется с помощью фотоэлектрического счетчика частиц, содержащего аэрозольную кювету, блок фотоэлектронного умножителя (ф.э.у.) и осветитель. Для этого частицы после выхода из диффузионной батареи предварительно укрупняются до размера 0.7–1 мкм в конденсационном укрупнителе. В качестве рабочего вещества конденсационного укрупнителя используется дибутилфталат. Осветитель оптического счетчика создает в зоне наблюдения внутри аэрозольной кюветы

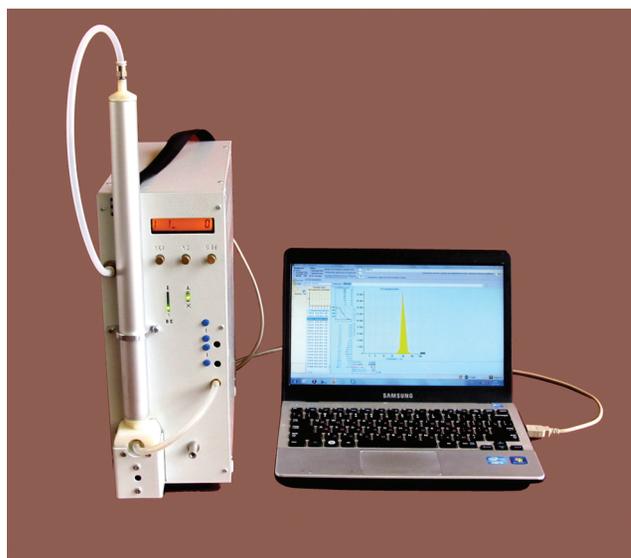


Рис. 1. Фотография диффузионного спектрометра аэрозоля ДСА-М.

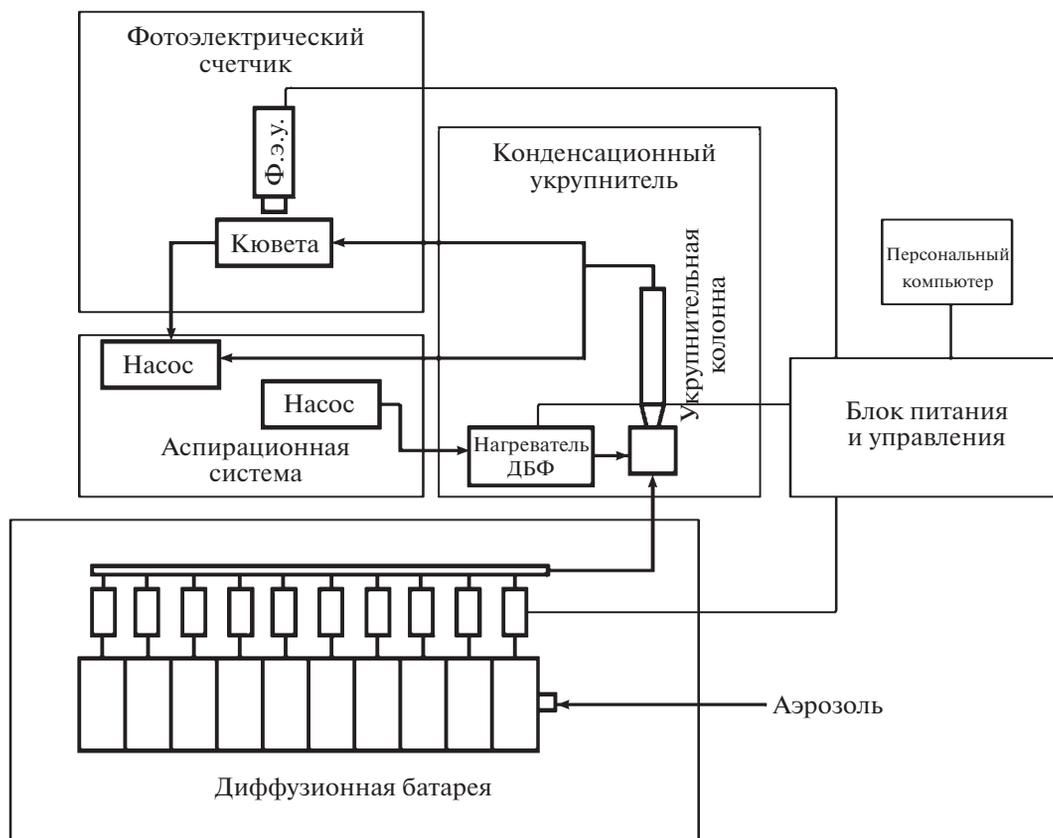


Рис. 2. Блок-схема диффузионного спектрометра аэрозоля ДСА-М. ДБФ – дибутилфталат.

световой пучок сечением 0.05 мм^2 . При пересечении светового пучка частицей рассеянный ею свет собирается объективом приемной ветви, направляется на ф.э.у., где преобразуется в электрический импульс, который фиксируется электронной схемой. В результате измеряется число импульсов от частиц, прошедших через аэрозольную кювету, которое пересчитывается в аэрозольную концентрацию в потоке.

Управление спектрометром ДСА-М осуществляется персональным компьютером с помощью специально разработанного программного обеспечения, которое позволяет запускать, останавливать и устанавливать режимы замеров на ДСА-М. Программное обеспечение осуществляет расчет распределения по размерам аэрозольных частиц, средний размер частиц, а также представление исходных данных и результатов расчета в графическом виде без остановки измерений. Предусмотрена также возможность обработки полученных исходных данных и их экспорт.

Основные технические характеристики спектрометра ДСА-М. Диапазон измеряемых размеров частиц 3–1100 нм, диапазон измеряемых концентраций частиц $10\text{--}5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$, габариты $12 \times 30 \times 35 \text{ см}$, масса 6.5 кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cheng Y.S., Yeh H.C., Brinsko K.J. // Aerosol Science and Technology. 1985. V. 4. P. 165.
2. Kirsch A.A., Chechuev P.V. // Aerosol Science and Technology. 1985. V. 4. P. 11.
3. Onischuk A.A., Baklanov A.M., Valiulin S.V., Moiseenko P.P., Mitrochenko V.G. // Aerosol Science and Technology. 2018. V. 52. Issue 2. P. 165.
4. Onischuk A.A., Valiulin S.V., Baklanov A.M., Moiseenko P.P., Mitrochenko V.G. // Aerosol Science and Technology. 2018. V. 52. Issue 8. P. 841.

Адрес для справок: Россия, 630090, Новосибирск, ул. Институтская, 3, Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН; тел. (8383) 333-32-44, факс. (8383) 330-73-50. E-mail: onischuk@kinetics.nsc.ru, valiulin@kinetics.nsc.ru