

З. И. АБАРБАНЕЛЬ, С. Е. САВИЦКИЙ, В. И. УРОДОВ,  
Е. Г. САДОВНИКОВ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРА ЧАСТИЦ ТОНКИХ ПОЛИДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

В современной практике гранулометрического анализа широкое применение находят различные фотоседиментационные устройства [1—4]. Основные преимущества фотоэлектрической регистрации процесса седиментации состоят в том, что при этом достигается высокая чувствительность метода и допускается работа с разбавленными суспензиями, у которых седиментация частиц осуществляется в строгом соответствии с законом Стокса.

Особенно следует отметить, что метод фотоседиментации исключает воздействие на исследуемые частицы со стороны измерительной системы и дает возможность применять достаточно простые схемные решения для автоматизации процесса анализа.

Нами разработан метод центробежного фотоседиментационного анализа, который позволяет существенно расширить диапазон измерений в области субмикронных частиц. Седиментационный анализ таких частиц в гравитационном поле совершенно неэффективен не только из-за длительности анализа, но и вследствие броуновского движения, способного существенно исказить результаты анализа.

На основе разработанного метода создано устройство — центробежный фотоседиментограф, который позволяет проводить гранулометрический анализ полидисперсных материалов по различным методикам. Как показали теоретические исследования и эксперимент, наиболее эффективным способом фотоэлектрического центробежного анализа является способ стартового слоя, который обладает высокой точностью и позволяет легко интерпретировать полученные результаты.

Центробежный фотоседиментограф автоматически регистрирует изменение величины фототока в функции времени седиментации частиц.

Дифференциальная функция распределения  $f(a)$  объема частиц по размерам определяется по формуле

$$f(a) = \frac{8\pi R^2 \ln \frac{R}{R_0} \ln \frac{I_0}{I(a)}}{3V_0 Q(a)} \quad (1)$$

Здесь  $I_0$  — величина фототока, соответствующая чистой седиментационной жидкости;

$I(a)$  — величина фототока, соответствующая монодисперсной фракции частиц с размером  $a$ ;

$R_0$  — расстояние от оси вращения до свободной поверхности седиментационной жидкости;

$R$  — расстояние от оси вращения до уровня измерения ( $R > R_0$ );

$Q(a)$  — коэффициент экстинкции, учитывающий волновые эффекты, связанные с рассеянием света на малых частицах;

$V_0$  — полный объем всех частиц в исследуемой пробе.

Другой вид расчетной формулы таков

$$f(a) = \frac{\frac{1}{Q(a)} \ln \frac{I_0}{I(a)}}{\int_0^{\infty} \frac{1}{Q(a)} \ln \frac{I_0}{I(a)} da} \quad (2)$$

Функция распределения  $f(a)$  по объему частиц связана с функцией распределения  $\varphi(a)$  по числу частиц следующим соотношением

$$f(a) = \frac{\pi a^3 n_0}{6V_0} \varphi(a) \quad (3)$$

Здесь  $n_0$  — полное число всех частиц в пробе.

Оптимальные условия анализа в зависимости от плотности и степени дисперсности исследуемого материала достигаются соответствующим выбором седиментационной и диспергирующей жидкостей и скорости вращения.

Нами опробован и дал хорошие результаты следующий способ анализа. Во вращающуюся кювету с чистой седиментационной жидкостью вводится небольшое количество другой жидкости с меньшей плотностью, которая образует тонкий буферный слой на поверхности седиментационной жидкости. При введении исследуемой суспензии такой слой способствует лучшему распределению частиц на поверхности седиментационной жидкости и стабилизирует начальные условия движения частиц, мешая возникновению турбулентных вихрей. Весьма удобным, особенно для анализа в условиях производства, является то, что метод стартового слоя позволяет без остановки кюветы произвести последовательно анализ нескольких проб: следующая проба вводится после осаждения предыдущей. Поскольку объем исследуемой пробы мал (10—15 мл) облегчаются условия диспергирования в ней порошков перед началом анализа. Особенно эффективно диспергирование порошков в суспензии при подготовке проб к анализу осуществляется с помощью ультразвука.

Укажем на некоторые конструктивные особенности центробежного фотоседиментографа. Электропривод выполнен по си-

стеме электромашинный усилитель — двигатель с обратной связью по противо ЭДС, что обеспечивает большой диапазон регулирования скорости вращения и ее стабильность. Накал фотометрической лампы осуществляется от специально изготовленного полупроводникового стабилизатора, а в измерительной схеме использован вентильный селеновый элемент конструкции ГОИ, обладающий высокими линейными световыми характеристиками и стабильностью.

Центробежный фотоседиментограф может найти широкое применение при гранулометрическом анализе различных полидисперсных материалов как в условиях производства, так и в научных исследованиях.

#### Литература:

1. Z. A. Wagner. Proceedings of the ASTM, vol. 33. Part II, 1933, 533.
2. В. Д. Джансис, М. П. Симашева. Об определении фракционного состава тонкодисперсных материалов с помощью фотоэлектрического седиментометра. Госстройиздат, М., 1958.
3. В. М. Чегорян и др. Порошковая металлургия, 1966, № 1, 55.
4. Г. М. Рохлина. Абразивы, 1969, № 6.

---

З. И. АБАРБАНЕЛЬ, С. Г. КОВЧУР

### ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОРОШКОВ

Удельная поверхность является важнейшей усредненной характеристикой полидисперсных материалов.

Различные методы измерения удельной поверхности получили широкое распространение и освещены в литературе [1—4]. Возможности применения определенного метода обычно связаны с диапазоном измеряемых величин, с особенностями измерений (полная или внешняя поверхность), точностью анализа. Большое значение имеют сложность и специфические особенности применяемого оборудования. Так, например, во многих случаях, особенно в условиях промышленного контроля, применение метода БЭТ становится весьма затруднительным из-за отсутствия источника сжиженных газов.

Ниже рассматривается разработанный нами способ турбидиметрического определения удельной поверхности. В основе метода лежит рассеяние света, проходящего через объем, в котором гомогенно распределена исследуемая полидисперсная система. Состояние такого гомогенного распределения должно сохраняться в течение всего времени измерения. Это может быть достигнуто либо непрерывным интенсивным перемешива-