## ОДНОРОДНЫЕ ПО РАЗМЕРАМ СФЕРИЧЕСКИЕ ЧАСТИЦЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Возможность получения аэро- и гидрозолей, содержащих сферические частицы, достаточно однородные по размерам, имеет первостепен-



Рис. 1. Электронная микрофотография реплики диффракционной решётки (15000 штрихоз на дюйм) с суспензией, нанесенной на неё после теневого контрастирования.

ное значение для ряда областей физики. До последнего времени эта проблема оставалась в сущности неразрешённой. Многочисленные попытки приводили, правда, в ряде случаев, к сравнительно острым кривым распределения частиц по размерам, однако достичь действительной однородности частиц не удавалось. Поэтому краткая заметка Баккуса и Вильямса \*), случайно натолкнувшихся в своих исследованиях по электронной микроскопии на сферические частицы, исключительно однородные по размерам, представляет несомненный интерес. К сожалению, никаких сведелий ни о природе этих частиц. ни о методе их получения не приводится. Авторы ограничиваются указанием, что частицы содержатся в одном из продажных полистероловых латексов \*\*).

Авторы произвели измерение среднего диаметра частиц и их распределения по размерам. Для этого они первоначально попытались ис-

\*) R. C. Backus and R. C. Williams, J. Appl. Phys. 20, 224 (1949). \*\*) «Dow Latex 580-G, Lot 3584». пользовать органические реплики диффракционной решётки с известным расстоянием между штрихами, подвергшиеся предварительному теневому контрастированию. Частицы наносились на реплику в виде суспензии полистеролового латекса в дистиллированной воде (авторы отмечают, что латекс легко образует такие суспензии). На рис. 1 представлена полученная ими электронная микрофотография участка коллодионной реплики стеклянной диффракционной решётки с 15 000 штрихов на дюйм, с нанесённой на неё суспензией (концентрация 1:1000).

Однако сравнительные измерения диаметров частиц и расстояний между штрихами решётки показали, что последние значительно менее однородны, чем размеры частиц, и не пригодны для их измерения.

Тогда авторы прибегли к иному методу.

Пучок тонких стеклянных нитей погружался в концентрированную суспензию исследуемых частиц и затем рассматривался под обычным световым микроскопом, спабжённым предварительно проградуированным окулярным масштабом. С помощью этого масштаба измерялись расстояния между резко выделяющимися гроздьями частиц, осевшими на той или иной нити и отстоящими друг от друга на 40-50 микрон. Затем та же самая нить отыскивалась в поле зрения электронного микроскопа с увеличением 10 000, выделенные грозди идентифицировались и путём получения ряда частично налегающихся друг на друга снимков вновь измерялось (вдоль нити) расстояние между гроздями. Одновременно измерялись диаметры многочисленных частиц, располагавшихся в измеряемом интервале.

В результате измерений авторы получили для среднего диаметра частицы значение 2590 ± 25 Å, причём указывается, что вероятную ошиб-

ку следует отнести не клисперсии частиц по размерам, а к ошибкам метода измерений. Распределение частиц по размерам характеризуется следующими данными. Было промерено около 500 частиц на 20 различных снимках. В пределах внутренней вероятной ошибки изме-

рений ± 10 А измеренные значения диаметров совпадают. Только несколько (около 2% от общего чи сла) частиц имели размеры, резко (примерно в два раза) отличающиес от нормальчых. Наблюдения показывают, что все частицы имеют строго сферическую форму.

Опираясь на эти данные, авторы предлагают использовать описанные частицы в качестве масштаба для промеров изображений, получаемых в электролной микроскопии.



Рис. 2. Электронная микрофотография реплики диффракционной решётки с суспензией, нанесённой на неё до теневого контрастирования ураном.

Помимо непосредственного измерения увеличения в различных местах изображения, они указывают два следующих применения:

1) измерения формы поверхности реплики и

2) измерения толщины слоя, используемого для теневого контрастирования.

На рис. 2 представлена микрофотография реплики диффракционной решётки, подвергнутой теневому контрастированию ураном после нанесения суспензии. Отношение длины тени к диаметру частицы даёт зна-

## ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

144

чение угла затенения в данном месте. Так как этот угол может меняться на протяжении объекта, то его определение в разных точках, осуществимое таким образом, весьма желательно. Оно даёт возможность не только качественного, но и количественного измерения рельефа реплики. На рис. 2 отчётливо видно различие в длине теней частиц, находящихся на поднимающихся и опускающихся частях поверхности.

Если частицы наносились на реплику как до, так и после теневого контрастирования, то, очевидно, можно определить толщину контрастирующего слоя. На рис. 2 можно заметить, что частички слегка вытянуты в направлении тени. Удлинение обусловлено наращением контрастирующего слоя со стороны, обращённой к испарителю (на рис. 2 это удлинение составляет 35 Å). Толщину контрастирующего слоя на поверхности образца можно определить, измеряя разность между средним диаметром неконтрастированных частиц и средним наибольшим размером контрастированных частиц и, деля эту разность на отношение длины тени к диаметру частицы.

Не подлежит сомнению, что наряду с применением их в качестве масштабных шариков эти частицы найдут себе широкое применение в исследованиях по оптике мутных сред.

Г. Р.