

личивая апертуру диафрагм, пользуясь широкими пучками. Но тогда изображение объекта на экране получается размытым и разрешающая сила падает. Другая причина размытости изображения уже не оптическая, а чисто температурная — теплопроводность экрана. Ограничивает разрешающую силу также и ещё одно обстоятельство, аналогичное шумам в электронике — разные размеры зёрен люминофора и неравномерность в распределении их по экрану; впрочем, метод фильтра-«маски» в некоторой степени это затруднение преодолевает.

По сравнению с термоэлектрическими методами измерения температуры и определения интенсивности инфракрасных лучей термографический метод обладает меньшей чувствительностью и к тому же большей инерцией. Инерция метода зависит от толщины и материала экрана. Для самых тонких из применявшихся экранов время образования изображения — порядка двух секунд. Существенное преимущество метода — возможность одновременно отобразить значительную площадь объекта, причём вся картина делается видимой сразу, без всякого рода сложных и дорогостоящих развёрток, как, например, в радиолокации (радиовидение). Представляется весьма существенным изучение спектральных характеристик метода для целей инфракрасной спектроскопии.



Рис. 4.

М. Г.

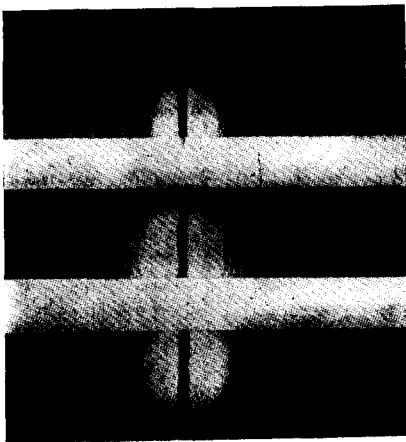
ДИФФРАКЦИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ НА ЧАСТИЦАХ РАЗМЕРОМ 0,3 МИКРОНА

Специфические эффекты рассеяния рентгеновских лучей при малых углах (до 2°) подробно обсуждались в этом журнале¹. Расчётом и экспериментом показано, что вблизи первичного луча имеет место распределение интенсивности рассеянного излучения, подобное тому, которое происходит при диффракции света от отверстия, если только рассеивающая система состоит из отдельных частиц размером от нескольких десятков до нескольких сотен ангстрем. За исключением одного случая², исследователи находили лишь размытие первичного луча, но не диффракционное кольцо.

На рисунке показана полученная в недавно проделанной работе³ картина рассеяния рентгеновских лучей при малых углах. На фотографии

отчётливо видны диффракционные кольца весьма высоких порядков (сверху вниз — экспозиция — 10, 30 и 20 час.).

Рассеивающим объектом являлся латекс (Dow latex 580G), используемый в электронной микроскопии как стандарт увеличения⁴. Применение латекса для этой цели обязано исключительной равномерности размеров и сферической форме его частиц.



Диффракционные картины, показанные на рисунке, были получены с целью объективного определения размера частиц латекса. Как само явление, так и его применение описаны в цитируемой работе впервые.

Распространённость измерения размеров при помощи электронного микроскопа делает весьма важным установление точного диаметра сферических частиц, принимаемых за стандарт. Измерению размеров частиц латекса самыми различными способами было посвящено множество работ. При этом полученные цифры не находятя в согласии, а колеблются между 2500 и 3100 Å.

В реферируемой работе диаметр частицы установлен с вероятной ошибкой, меньшей $\pm 1\%$; он оказался равен 2780 Å.

Теория рассеяния для интересующего нас случая даёт следующее выражение для интенсивности рассеяния в функции угла рассеяния:

$$I = MN^2\Phi^2(u) \left\{ 1 + P \left\{ 5 \frac{\sin 2u}{2u} - 6 \Phi(2u) \right\} \right\},$$

где I — интенсивность, M — число частиц в образце, N — число электронов в частице, $\Phi(u) = \frac{3}{u^3} (\sin u - u \cos u)$, $u = \pi \frac{D}{\lambda} \epsilon$; ϵ — угол рассеяния, D — диаметр сферы, λ — длина волны рентгеновского луча и P — коэффициент упаковки сферических частиц. Кривая интенсивности состоит из большого числа близких друг к другу максимумов, расстояние между которыми должно быть порядка четырёх единиц в значении u , что соответствует примерно двум-трем угловым минутам.

Для того чтобы разрешить столь тесно расположенные диффракционные кольца, опыт производился на самом мягком из доступных излучений (K_α — линия хрома $\lambda = 2,286$ Å, монохроматизация V_2O_5) в вакуумной камере длиной 2 м. Рассеивающий образец помещался примерно посередине камеры.

Диффракционные кольца наблюдались для значений u от 15 до 38. По приведённой формуле были рассчитаны абсциссы максимумов u , по приведённым рентгенограммам определялись значения ϵ этих максимумов и, далее, из каждого максимума вычислялось значение $D = \frac{\lambda u}{\pi \epsilon}$. Разброс значений не превышал $\pm 0,6\%$.

Успех описанного эксперимента в разрешении диффракционных колец и точного определения размера частиц показывает, что найдена новая методика, пригодная для определения размеров вирусов и других однородных частиц и молекул диаметром менее 0,3 микрона.

А. К.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Порай-Кошиц, УФН **39**, 573 (1949).
2. K. L. Yudowitch, J. Appl. Phys. **20**, 174 (1949).
3. K. L. Yudowitch, J. Appl. Phys. **22**, 214 (1951).
4. См., например, УФН **39**, 142 (1949).