МИКРОСКОП С ПРОСМАТРИВАЮЩИМ ЛУЧОМ

До недавнего времени микроскопия оставалась в стороне от общей тенденции расширения возможностей оптической аппаратуры путём оснащения её радиотехническими устройствами. Описываемый ниже микроскоп с просматривающим лучом [1], повидимому, является первой попыткой такого рода. Идея устройства очень проста и целиком заимствована из телевизионной техники. Вместо обычного широкоугольного светового пучка, освещающего одновременно всё поле зрения и создающего диффракционное изображение всего объекта в целом, здесь используется тонкий световой пучок, последовательно пробегающий все точки поля зрения и выхватывающий на мгновение отдельные детали рассматриваемого объекта. Таким образом, объект разлагается на ряд элементов, подвергающихся последовательному просмотру. При этом отдельные элементы объекта выполняют роль светофильтров, в той или иной мере изменяющих интегральный световой поток, проходящий через поле зрения. Затем с помощью конденсора световой поток направляется на фотоэлемент, выход которого подаётся на обычное приёмное телевизионное устройство. Таким образом, на экране телевизионной трубки воспроизводится теневое изображение объекта. Степень увеличения при этом зависит от соотношения размеров телевизионного экрана и поля зрения, а разрешающая способность определяется числом строк, на которые разбивается изображение, т. е., в конечном счёте, площадью поперечного сечения светового пучка в плоскости объекта. Для получения возможно более тонкого и подвижного светового пучка (диаметр поперечного сечения в плоскости объекта порядка 1 μ) авторы использовали в качестве источника света свечение экрана катодного осциллографа (диаметр светового пятна около 1 *мм*), проектируя его в пло-

скость объекта с помощью обычного микроскопного объектива (при этом на объекте концентрируется меньше одной миллионной света, испускаемого трубкой).

Опубликованные сведения не дают основания для суждения об оптических параметрах такого устройства. Авторы утверждают, что они могут быть намного выше, чем у обычного микроскопа, но не приводят доводов в пользу такого утверждения. К тому же, сопоставление с обычным микроскопом было бы, пожалуй, и преждевременным, ибо речь идёт о первых моделях, далеко не отвечающих оптимальным условиям. Тем не менее даже в таком виде описанное устройство позволило уже по-новому подойти к решению одной из важных задач микроскопии. Мы имеем в виду задачу подсчёта числа частиц в поле зрения и определения их по размерам[2]. Такого рода задачи постоянно возникают в связи со многими проблемами, например, в порошковой металлургии, кондитерской промышленности, биологии (подсчёт кровяных шариков), метеорологии (водяные капли в облаках и туманах), охране труда (запылённость) и т. п. Обычно применяемые визуальные методы крайне трудоёмки и не свободны от индивидуальных ошибок. Вместе с тем проблема счёта частиц здесь существенно отличается от обычной, ибо частицы не следуют друг за другом в определённой последовательности, а хаотически разбросаны по полю зрения.

Решение этой задачи с помощью луча, последовательно просматривающего поле зрения, вполне очевидно. Оно достигается простой заменой телевизионного приёмника на выходе фотоэлемента обычным счётчиком электрических импульсов. Однако в таком примитивном виде устройство оказывается мало пригодным вследствие свойственных ему ошибок счёта. В самом деле, если диаметр светового луча превышает диаметр частиц, то имеется возможность неразличения частиц, тесно прилегающих друг к другу. Напротив, если диаметр луча меньше диаметра частиц, то одни и те же частицы будут просчитываться несколько раз, так как луч будет вновь и вновь пересекать их, проходя по соседним строкам. Для избежания этих ошибок предложен целый ряд разнообразных усовершенствований[2] (сдвоенный луч, варьирование диаметра луча, искусственное исключение повторяющихся отсчётов в соседних строках и т. п.), однако полноценного решения проблемы пока, повидимому, не достигнуто. В качестве примера приведём краткое описание одного из методов, использующих сдвоенный луч[3]. На пути луча между объективом (конденсором) и объектом ставится двоякопреломляющая кристаллическая пластинка, причём параметры пластинки подбираются таким образом, чтобы образующиеся при этом два взаимно перпендикулярно поляризованных луча попадали как раз в соседние строки. Позади объекта ставится, например, стопа, разделяющая обе поляризованные компоненты и направляющая их на два фотоэлемента, включённых навстречу друг другу. Если объект закрывает только первую компоненту, то сигнал от фотоэлемента подаётся на счётчик и сосчитывается последним. Если же объект закрывает обе компоненты (две соседние строки), то сигналы от обоих фотоэлементов компенсируют друг друга и счётчик не срабатывает. Наконец, если объект закрывает только вторую компоненту, то сигнал от фотоэлемента попадает на счётчик, но не регистрируется последним вследствие обратного знака сигнала. Поэтому, если частица и занимает несколько строк, она сосчитывается только один раз, а именно тогда, когда через неё проходит только первая компонента. Авторы указывают, что таким путём ими была достигнута скорость счёта порядка миллиона частиц в секунду, причём ошибка составляла около 1%. Однако, обеспечивая быстроту и достоверность счёта, такое устройство не позволяет определять функцию распределения частиц по размерам.

Г. Р.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. F. Roberts and J. Z. Young, Nature **167**, 231 (1951).
2. N. H. Walton, Nature **169**, 518 (1952).
3. F. Roberts and J. Z. Young, Nature **169**, 963 (1952).