

В. А. САВИН

## МИКРОСКОП ДЛЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ ОБЪЕКТОВ

(Представлено академиком В. П. Линником 15 IX 1949)

Попытка соединения микроскопа с интерферометром для наблюдения слабоконтрастных деталей прозрачного объекта представляется весьма многообещающей (1).

Ранее описанные схемы соединения микроскопа с интерферометром (2, 3) для измерения показателя преломления в мелких кристаллических зернах не позволяли применять объективы микроскопов сильных увеличений и с большой апертурой.

Описываемый ниже прибор дает возможность пойти в этом направлении значительно дальше.

Прибор представляет собой соединение микроскопа с интерферометром Саньяка (4). Схема прибора представлена на рис. 1. Изображение источника света 1 проектируется конденсорной линзой 2 и рефлектором 3 в положение  $I'$ . Полупрозрачный зеркальный слой 4, нанесенный на поверхности одной из двух одинаковых склеенных призм, разделяет поток света, падающий на него от  $I'$ , на две равные по интенсивности части, направляемые зеркалами 5 и 9 в равные по увеличению и апертуре микрообъективы 6 и 8, предметные плоскости которых раздвинуты по оси на небольшое расстояние  $a$ .

Объектив 6 дает изображение источника света  $I''_6$ , а объектив 8 — изображение  $I''_8$ .

Лучи, образующие изображение  $I''_6$  какой-либо точки источника света, пройдут через объект 7, введенный в предметную плоскость объектива 6, на весьма узком его участке, на котором разность хода, вносимая объектом по сравнению со слоем воздуха такой же толщины, будет иметь значение

$$\delta_0 = \int_0^{t_0} (n - 1) dt,$$

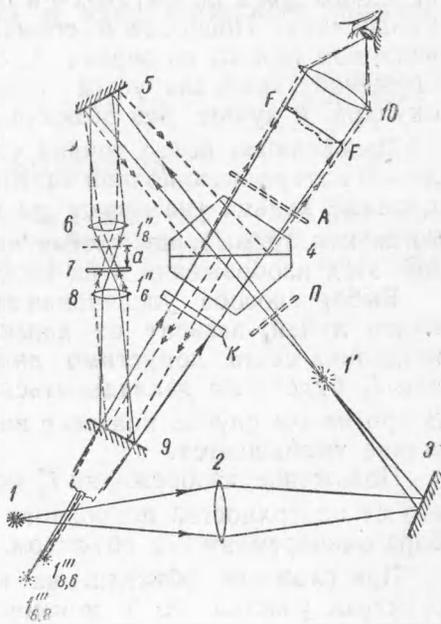


Рис. 1

где  $t_0$  — толщина объекта на участке, покрываемом изображением  $I_6'$  источника света, а  $n$  — показатель преломления вещества объекта, неодинаковый в разных точках объекта.

Симметричное изображение  $I_8'$  той же точки источника света образуется пучком лучей, прошедшим через рассматриваемый объект на широком его участке.

Разность хода  $\delta$  на других различных участках объекта будет определяться аналогичным уравнением без знака 0.

В плоскость изображения  $FF$ , рассматриваемую через окуляр 10, объектив 6 направляет искаженную местными неоднородностями объекта световую волну, обозначенную на рисунке пунктиром. Одновременно объектив 6 создает в этой плоскости изображения контуров деталей объекта. Объектив 8 направляет в плоскость  $FF$  только неискаженную волну, идущую через объект в обратном направлении и обозначенную на рисунке сплошной линией. Взаимное наложение этих когерентных волн дает в плоскости  $FF$  на фоне изображения контуров объекта интерференционную картину, цвет и освещенность которой на каждом участке объекта зависят от разности  $\delta - \delta_0$ .

Для наблюдения интерференционной картины в поле зрения прибора предвзвешенно должно быть выполнено совмещение изображений  $I_{6,8}'''$  и  $I_{8,6}'''$ . По глубине совмещение достигается одновременным передвижением объективов 6 и 8 вместе с объектом вдоль оси системы микроскопа. Поперечное совмещение изображений осуществляется наклоном одного из зеркал 4, 5, 9. Первоначально совмещение изображений контролируется непосредственно глазом при вынутом окуляре, и лучше без объекта.

Дальнейшая, более точная установка производится уже по наблюдению интерференционной картины через окуляр. Мелкие интерференционные кольца указывают на несовмещение  $I_{6,8}'''$  и  $I_{8,6}'''$  по глубине, тогда как прямые, но частые полосы являются следствием расхождения этих изображений в их общей плоскости, параллельной  $FF$ .

Выбор способа увеличения апертурного угла, освещающего объект пучка лучей, зависит от характера объекта. Увеличение размеров источника света допустимо лишь до тех пор, пока его изображение  $I_6'$  будет еще накладываться на участок объекта с постоянной  $\delta_0$ . В противном случае контраст интерференционной картины на изображении уменьшается.

Положение изображения  $I_6'$  источника света узнается по отражению его от поверхностей покровного стекла, видимому в поле зрения прибора одновременно с объектом.

При сложном объекте, на котором не имеется достаточного по размерам участка его с неизменной  $\delta_0$ , апертуру освещения можно увеличить, уменьшая расстояние  $a$  соответственным сближением или раздвижением объективов 6 и 8. Объективы больших увеличений,  $40\times$  и  $90\times$ , будут при этом настолько близки друг к другу, что даже тонкие объекты придется заклеивать между двумя покровными стеклами.

Рассеянный свет, происходящий от многочисленных отражений на поверхностях объективов, покровных стекол и призм 4, заметно снижает контрастность изображения. Следующее поляризационное приспособление позволяет погасить весь вредный отраженный свет. Лучи, образующие изображение  $I'$ , проходят через поляроид — поляризатор  $\Pi$ , ориентированный так, что пропускаемые им световые колебания на лучах будут лежать в плоскости рисунка. Между зеркалами 4 и 5 или 9 помещается пластинка  $K$  из кристаллического кварца, с правым или левым вращением, толщиной 3,75 мм. Ось кварца пер-

пендикулярна граням пластинки. Вращение плоскости поляризации для такой пластинки в желтых лучах равно  $90^\circ$ .

Отраженный от оптических поверхностей прибора свет приходит в плоскость изображения  $FF$  с неизменным направлением колебаний на лучах, лежащих в плоскости рисунка.

Этот свет может быть погашен поляроидом-анализатором  $A$ , помещенным где-либо между зеркалом  $Z$  и глазом.

Напротив, все полезные лучи обязательно проходят через кварцевую пластинку  $K$  и притом только один раз, вследствие чего плоскость световых колебаний на них поворачивается на  $90^\circ$ . Анализатор  $A$ , гасящий отраженные лучи, хорошо пропустит желтые лучи и несколько ослабит красные и синие, вращение плоскости поляризации для которых будет больше или меньше  $90^\circ$ .

Описанный прибор обладает той же чувствительностью, что и фазово-контрастный микроскоп Цернике (<sup>5</sup>), но в отличие от последнего позволяет наблюдать оптические разрезы таких сложных объектов, которые совершенно неудовлетворительно изображаются фазово-контрастным микроскопом, вследствие его ограниченной апертуры освещения. Кроме того, в описанном приборе контрастно вырисовываются неоднородные по показателю преломления включения, независимо от их размеров и плавности изменения  $n$ , тогда как в фазово-контрастном микроскопе относительно сильнее выступают изображения самых малых по площади включений и лишь узкие края широких включений с резким изменением  $\delta$ .

Поступило  
2 VII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. П. Линник, Изв. АН СССР, сер. физ., № 4-5, 507 (1937). <sup>2</sup> E. Gehrcke, Handb. d. physik. Optik, 1, 453 (1927). <sup>3</sup> А. А. Лебедев, Тр. ГОИ, 5, 53 (1931). <sup>4</sup> E. Gehrcke, Handb. d. physik. Optik, 1, 458 (1927). <sup>5</sup> A. Köhler u. W. Loos, Naturwiss., 29, 49 (1941).