

ФРЕНЕЛЕВСКАЯ ДИФРАКЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ

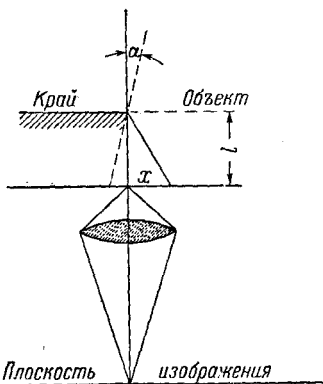
Вследствие малости длины волны электронов наблюдение френелевской дифракции их, в частности, наблюдение дифракции от края, чрезвычайно затруднено. Для разделения интерференционных максимумов протяженность источника электронов должна быть мала по сравнению с расстоянием между максимумами. Для того, чтобы разделить n -ый и $n+2$ -максимум, надо иметь источник электронов размером не больше, чем

$$d \leq \sqrt{\lambda \cdot a} (\sqrt{n+2} - \sqrt{n}).$$

Бёршу¹ удалось выполнить источник электронов размером в 140 \AA . При помощи этого источника был получен дифракционный снимок, на котором можно было, в соответствии с приведенным уравнением, наблюдать 4—5 линий. Расстояние интерференционных максимумов друг от друга

есть величина порядка 20 μ ! Поэтому на приводимой Бёршом фотографии размером примерно в 2 см ясно видно зерно эмульсии.

Расстояния между интерференционными линиями соответствуют длине волны электронов. Можно поэтому считать экспериментально доказанным применение теории дифракции Кирхгофа и Зоммерфельда к электронным волнам.



На основании описанного опыта возможно произвести абсолютное измерение длины волны; до сих пор дифракция Фраунгофера от кристаллических решеток давала возможность определить лишь относительную (по отношению к параметрам решетки) длину волны.

Бёрш наблюдал весьма сложные дифракционные явления Френеля от отверстия, экрана и пр. Целый ряд особенностей теневых фотографий, сделанных на электронном микроскопе, объясняется этими явлениями.

Рассмотрим, например, возникновение френелевской дифракции при нерезкой установке объекта в обычном электронном микроскопе (см. рисунок).

Расстояние x интерференционного максимума будет очень мало, а именно,

$$\text{равно } x = \sqrt{l \cdot \lambda \left(n - \frac{1}{4} \right)} \quad (n = 1, 3, 5).$$

Вследствие расходимости падающего луча возникает ряд сдвинутых друг относительно друга дифракционных картин. В результате их наложения должно происходить размазывание дифракционной картины. Для того, чтобы наблюдались хотя бы первые два максимума, необходимо выполнение условия $l \leq 0,6 \frac{\lambda}{\alpha^2}$, где α — угол расходимости. Для обычных α и λ величина l очень мала.

Расстояние максимумов дифракции от края есть поэтому величина порядка 50 Å , т. е. порядка разрешающей способности современных электронных микроскопов. Дифракционные явления Френеля наблюдаются поэтому в виде размазывания контуров², удвоения фигуры³ и т. д.

Чтобы избежать этих нежелательных явлений, надо при неострой установке образца пользоваться большими апертурами⁴.

А. И. Китайгородский, Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. H. Voersch, Naturwiss., 28, 709, 1940.
2. N. Mahl, AEG-Jahrbuch, 7, 43, 1940.
3. H. Voersch, Naturwiss., 27, 418, 1939.
4. H. Voersch, AEG-Jahrbuch, 7, 27, 1940.