

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ СВЕТА С ПОМОЩЬЮ ЗОННОЙ ПЛАСТИНКИ

Цель работы

Целью лабораторной работы является экспериментальное изучение дифракции света, когда практически используется метод зон Френеля при работе с амплитудной зонной пластинкой.

Описание установки и методика изучения процесса

Экспериментальная установка (рис. 1) представляет собой оптическую скамью 1, на которой установлены осветитель 2, конденсор 3, диафрагма 4, зонная пластинка 5 и окуляр 6.

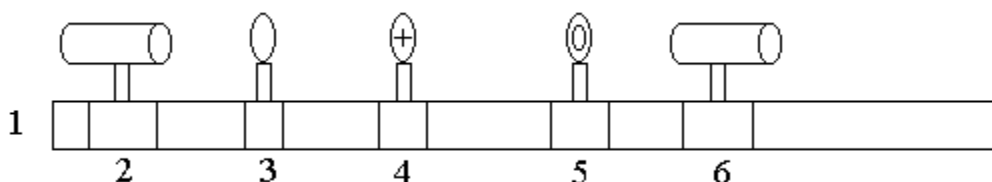


Рисунок 1

Лучи, прошедшие через отверстие диафрагмы, попадают на зонную пластинку, которая создает изображение этого отверстия в некоторой плоскости. Полученное изображение рассматривается с помощью окуляра.

Рассмотрим плоскую зонную пластинку, работающую в проходящем свете. Она представляет собой круглый дифракционный экран, четные (нечетные) зоны Френеля которого непрозрачны, а нечетные (четные) – прозрачны.

Радиусы зон определяются соотношением

$$r_k = \sqrt{k \cdot \lambda \frac{a \cdot b}{a+b}} \quad (3.4)$$

где $k = 1, 2, 3, \dots$ – номер зоны; λ – длина волны; a – расстояние от диафрагмы до пластинки; b – расстояние от пластинки до окуляра.

Если направить на пластинку монохроматический свет от источника S (рис. 2), то на экране световые колебания от прозрачных зон окажутся в одной фазе и, в точке P будет наблюдаться максимум освещенности.

Таким образом, зонная пластинка, подобно линзе, обладает фокусирующим свойством, которое проявляется и тогда, когда лучи попадают на пластинку под некоторым малым углом. Следовательно, с помощью зонной пластинки (ЗП) можно получить изображение протяженных предметов.

Если направить параллельный пучок лучей на зонную пластинку, т.е. $a \rightarrow \infty$, то

$$b = \frac{r^2}{k\lambda} = f = const \quad (3.5)$$

где f – фокусное расстояние зонной пластинки.

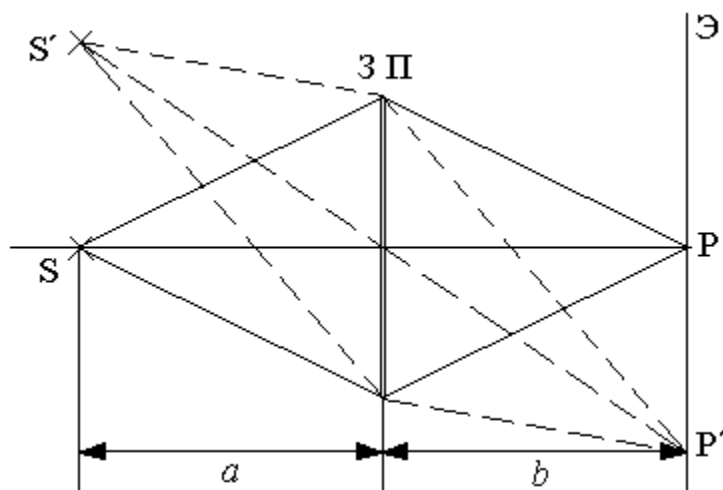


Рисунок 2

Относительное расположение источника, зонной пластинки и изображения можно выразить формулой пластинки, аналогичной формуле линзы. Из соотношения (3.4) имеем

$$\frac{a \cdot b}{a + b} = \frac{r_k^2}{k\lambda} = f, \text{ или } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (3.6)$$

Характерной особенностью зонной пластинки является хроматизм, т.е. зависимость f от λ .

Фокусирующее действие зонной пластинки наблюдается и тогда, когда разность хода лучей, прошедших через соседние прозрачные зоны, будет равна $3\lambda, 5\lambda, \dots, (2n + 1)\lambda$. Следовательно, для каждой длины волны зонная пластинка имеет несколько фокусов. Это аналогично наличию максимумов различных порядков у дифракционной решетки.

Фокусное расстояние зонной пластинки может быть найдено двумя способами. Во-первых, зная радиусы зон и задав длину волны λ , его можно рассчитать по формуле (3.5). Во-вторых, измерив расстояние a и b , его можно определить по формуле (3.6).

Значения $\frac{r_k^2}{k}$ возьмите равным $\left(\frac{r_k^2}{k}\right)_{\text{ср}} = 0,0997 \text{ мм}^2$

Светофильтр	a , см	b , см	f , см	λ , нм
красный	45			700
оранжевый	45			650
жёлтый	45			600
зелёный	45			550
голубой	45			500
синий	45			450
фиолетовый	45			400

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Объясните условия наблюдения дифракции.
3. Рассмотрите принцип действия зонной пластинки.
4. Что такое зонная пластинка?
5. В чем состоит метод зон Френеля?