СПб НИУ ИТМО

кафедра ИПМ

Физика

Лабораторная работа № 2

Определение длины световой волны по картине дифракции на круглом отверстии.

Работу выполнил:

Студент II курса

Группы № 2120

Журавлев Виталий

Преподаватель:

Музыченко Я. Б.

Санкт-Петербург

2013 г.

**Цель работы:**

Определение длины световой волны по картине дифракции на круглом отверстии.

**Общие положения:**

 При прохождении пучка параллельных лучей света через круглое отверстие в экране свет заходит в область геометрической тени. За экраном наблюдается дифракционная картина в виде чередующихся светлых и тёмных колец.

 Распределение интенсивности света в дифракционной картине можно рассчитать на основе принципа Гюйгенса-Френеля, через метод зон Френеля.

 Пусть на экран с круглым отверстием радиусом *OB* падает плоская монохроматическая волна (рис. 1). В соответствии с принципом Гюйгенса-Френеля действие этой волны можно заменить действием когерентных точечных источников света. Определим действие этой волны в точке *P,* лежащей на прямой *SS′,* проходящей через центр отверстия. Для этого разделим часть волновой поверхности на кольцевые зоны (зоны Френеля), чтобы расстояния от края следующей зоны до точки *P* отличались друг от друга на половину длины волны :

Рис. 1

 (1)

 При таком делении фазы колебаний, приходящих в точку *P* от соседних зон, отличаются на , т.е. противоположны. Если амплитуды колебаний от 1, 2,…,к*-*ойзон обозначить *a1*,*a2*,*…*, *aK*,то амплитуда результирующего колебания в точке *P*:

 (2)

Амплитуда колебаний, приходящих от отдельной зоны, зависит от площади зоны *ΔS*, от расстояния *rK* от зоны до точки *P* и от угла наклона между *rK* и нормалью к поверхности. При при таком способе деления площадь *K*-ой зоны:

**, (3)

где и – радиусы *(K+1)*-йи *K-*й зон. Радиусы зон Френеля определяются соотношениями:

 и . (4)

Учитывая, что *r0 >> λ*, получим , а площадь *K-*й зоны , т.е. площадь зоны Френеля не зависит от номера зоны *K*. Следовательно, амплитуды колебаний зависят лишь от расстояния *r* и от угла *.*

Монотонное убывание амплитуд позволяет приближенно выразить амплитуду *A* суммарного колебания в точке *P*:

 . (5)

Так как слагаемые, выделенные скобками, равны нулю, результирующая амплитуда при нечетном *K*: , а при четном *K*: .

Объединяя, получаем ,

где знак “+” относится к нечетному, а знак “−“ – к четному числу зон Френеля.

При свободном распространении, когда не происходит ограничение фронта волны, *к → ∞* и *aK → 0*. Тогда при открытом фронте амплитуда суммарного колебания в точке *P* определяется половиной амплитуды первой зоны.

Если отверстие открывает одну зону или их небольшое *нечетное* число, то в результате интерференции в точке *P* будет виден свет, причем более интенсивный, т.е. образуется дифракционный максимум. При небольшом *четном* числе открытых зон освещенность в точке *P* будет минимальной.

Пусть для точки наблюдения *P* открыто *m* зон. Тогда при соблюдении предложенного Френелем правила разбиения на зоны, в открытой отверстием части волнового фронта будет умещаться большее число зон.

** . (6)

Из выражения (6) расстояние от плоскости отверстия до точки наблюдения:

 . (7)

Это соотношение служит для вычисления длины волны. Для повышения точности определения длины волны расстояние *d* измеряется несколько раз при разном числе открытых зон *m*. Как видно из уравнения (7), зависимость *d* от является линейной, а коэффициент наклона графика этой зависимости .

Построив график зависимости *d* от можно убедиться в том, что зависимость действительно линейна, а по коэффициенту наклона получившейся прямой и известному значению радиуса отверстия *R* определить длину волны.

**Обработка результатов:**

Координата объектива в области действия законов геометрической оптики:

Координаты объектива при дифракционной картине от отверстия, соответствующего открытым *m* зонам Френеля:

*таблица 1*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m | Хо1 | Хо2 | Хо3 |
| 2 | 64,0 | 64,7 | 64,5 |
| 3 | 70,5 | 70,1 | 70,7 |
| 4 | 73,6 | 73,4 | 73,5 |
| 5 | 75,7 | 75,6 | 75,7 |
| 6 | 77,0 | 77,0 | 77,1 |

Расстояние от плоскости отверстия до точки наблюдения:

Результаты расчетов расстояния *d* для каждого *m*:

*таблица 2*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| m | d1 | d2 | d3 |
| 2 | 19,4 | 18,7 | 18,9 |
| 3 | 12,9 | 13,3 | 12,7 |
| 4 | 9,8 | 10,0 | 9,9 |
| 5 | 7,7 | 7,8 | 7,7 |
| 6 | 6,4 | 6,4 | 6,3 |

Зависимость d от представлена в таблице 3 и на графике:

*таблица 3*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| d | 6,37 | 7,73 | 9,9 | 12,97 | 19 |

Исходя из графика, получаем угловой коэффициент:

Тогда найдем длину световой волны:

где – радиус отверстия

**Расчет погрешности:**

**Результат:**

**Вывод:**

В ходе работы я определил длину световой волны по картине дифракции на круглом отверстии на основе принципа Гюйгенса-Френеля, с помощью метода зон Френеля.

Диапазон красного цвета спектра определяют длиной волны 620—740 нм, поэтому, значение , полученное в результате выполнения лабораторной работы попадает под заданные значения диапазона.

Погрешность составила около 8,5%, что является приемлемой погрешностью. Вызвана она в связи с неточностью измерений маленьких величин, а так же погрешностью при расчетах.