Лабораторная работа 4.3.3

Исследование разрешающей способности микроскопа методом Аббе

**Цель работы:** определение дифракционного предела разрешания объектива микроскопа методом Аббе.

**Оборудование:** лазер, кассета с набором сеток, линзы, щель с микрометрическим винтом, оптический стол с набором рейтеров, экран, линейка.

# Теория

У каждого оптического прибора имеется минимальное расстояние , которое он может разрешить. Для когерентно освещенного объекта, например периодической решетки, как на схеме ниже, чтобы получить изображение нужно, чтобы на противоположные края сфокусировались вольны первого порядка.

|  |
| --- |
| Capture.PNG |

Тогда, минимальное разрешающее расстояние определится условием

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Для двумерной решетки условием для главных максимумов является система

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | () |

Дифракция Фраунгофера на ней выглядит так:

|  |
| --- |
| 3.PNG |

# Ход работы

## Определение периода решёток по их пространственному спектру

Настроим установку: включим лазер, закрепим кассету с решетками около выходного окна лазера. Расстояние от сетки до экрана , длина волны лазера . Измерим расстояния между максимумами для всех решеток. Погрешность измерения линейкой на экране

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № решетки | Расстояние м/д соседними максимумами, мм | Все расстояние, мм | К-во промежутков м/д выбранными максимумами |
| 1 | 35.0 | 210 | 6 |
| 2 | 17.4 | 244 | 14 |
| 3 | 14.0 | 182 | 13 |
| 4 | 14.0 | 182 | 13 |
| 5 | 7.0 | 182 | 26 |
| 6 | 4.1 | 62 | 15 |
| Волос | 18.3 | 110 | 6 |

## Определение периода решеток по изображению, увеличенноми с помощью модели микроскопа

Соберем модель проекционного микроском, как на рисунке. Подберем расстояние линзы так, чтобы нерегулярное изображение проволоки было резким.

|  |
| --- |
| 1.PNG |

Измерим и запишем параметры установки:

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Размер, мм |
|  | 165 |
|  | 340 |
|  | 25 |
|  | 760 |
|  | 100 |
|  | 25 |

Увеличение . Измерим периоды изображений сеток на экране.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № решетки | Расстояние м/д соседними линиями, мм | Все расстояние, мм | К-во промежутков м/д выбранными линиями |
| 1 | 1.4 | 34 | 24 |
| 2 | 2.8 | 54 | 19 |
| 3 | 3.5 | 67 | 19 |
| 4 | 3.5 | 66 | 19 |
| 5 | 6.8 | 129 | 19 |
| 6 | 12.4 | 173 | 14 |

## Определение периодов решеток по оценке разрешающей способности микроскопа

Разберем микроскоп, и поместим щелевую диафрагму в фокальную плоскость линзы . Для каждой решетки определим минимальный размер диафрагмы , при котором на экране еще видно изображение сетки.

|  |  |
| --- | --- |
| № решетки | , мм |
| 1 | 2.77 |
| 2 | 2.07 |
| 3 | 1.87 |
| 4 | 1.53 |
| 5 | 0.67 |
| 6 | 0.61 |

## Обработка результатов

Из первого опыта, используя формулу (2) определим периоды решеток и дифракционные углы. Также определим периоды для второго опыта и для третьего используя формулу (1).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № решетки | Период (1 опыт), мкм | Период (2 опыт), мкм | Период (3 опыт) | Первые дифракционные углы, рад |
| 1 | 19.7 ± 0.3 | 22 ± 3 | 38 | 0.0271 |
| 2 | 39.6 ± 0.5 | 44 ± 4 | 51 | 0.0134 |
| 3 | 49 ± 1 | 56 ± 5 | 57 | 0.0108 |
| 4 | 49 ± 1 | 56 ± 5 | 70 | 0.0108 |
| 5 | 98 ± 2 | 108 ± 8 | 159 | 0.0054 |
| 6 | 168 ± 5 | 197 ± 12 | 174 | 0.0032 |
| Волос | 38 ± 3 |  |  | 0.0141 |

Проверим теорию Аббе и построим график зависимости , взяв периоды сеток из первого опыта.

|  |
| --- |
| 2.png |