

Группа Р3217 К работе допущен _____

Студент Григорьев Георгий Работа выполнена _____

Преподаватель Самолётов В. А. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ

1. Цель работы.

Определение периода, числа штрихов на 1 мм, угловой дисперсии и разрешающей способности дифракционной решетки.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Проведение необходимых расчетов для расчета разрешающей способности дифракционной решетки.

3. Объект исследования.

Дифракционная решетка.

4. Метод экспериментального исследования.

Эмпирический: снятие показаний, их обработка, формулировка выводов

5. Рабочие формулы и исходные данные

$$d \sin(\phi) = \kappa \lambda \quad (1), \quad d = \frac{\kappa \lambda}{\sin(\phi)} \quad n = \frac{1}{d}$$

$$D = \frac{d\phi}{d\lambda} = \frac{\kappa}{d \cos(\phi)} \quad (2)$$

$$R = \frac{\bar{\lambda}}{\sigma \lambda} \quad (3)$$

6. Измерительные приборы.

| № п/п | Наименование | Тип прибора | Используемые диапазоны | Погрешность прибора |
|-------|--------------|-------------|------------------------|---------------------|
| 1 | Гониометр | Линейный | 360° | ±30' |
| 2 | Нониус | Линейный | 360° | ±1' |

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

Схема гониометра

8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Таблица 1

| | Величина | Опыт 1 | | | Опыт 2 | | | Опыт 3 | | | Центр |
|--------|----------------------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|---------|
| | | N1 | N2 | ϕ_1 | N1 | N2 | ϕ_2 | N1 | N2 | ϕ_3 | |
| справа | $\phi_{\text{фиол}}$ | 147°10' | 143° | −2°45' | 147° | 143°35' | −1°45' | 146°45' | 143°35' | −3°45' | 147° |
| | $\phi_{\text{зел}}$ | 147°15' | 142° | −5° | 147° | 142° | −5°45' | 146°45' | 142°17' | −2°24' | 147°10' |
| | $\phi_{\text{жел}}$ | 147°10' | 141°30' | −2°38' | 147°10' | 141°30' | −2°38' | 147°10' | 141°30' | −2°38' | 147°20' |
| слева | $\phi_{\text{фиол}}$ | 147° | 150°50' | 1°47' | 147°20' | 150°50' | 1°47' | 147° | 150°50' | 1°47' | 147°25' |
| | $\phi_{\text{зел}}$ | 147° | 151°50' | 2°37' | 147°20' | 151°40' | 2°37' | 147° | 151°50' | 2°37' | 147° |
| | $\phi_{\text{жел}}$ | 158°14' | 162°10' | 2°5' | 158°14' | 162°10' | 2°5' | 158°14' | 162°10' | 2°5' | 158° |

Расчет угла поворота ϕ для каждого из 3 опытов в таблице 1 производился по формуле:

$$\phi = \frac{N_2 - N_1}{2}$$

9. Расчет результатов косвенных измерений

| | Величина | $\bar{\phi}$, град. | d , м. | n , ед. | \hat{D}_1 | \hat{D}_2 | R |
|--------|----------------------|----------------------|----------|-----------|-------------|-------------|-------|
| справа | $\phi_{\text{фиол}}$ | −1°45' | 1,32E-05 | 7,58E+04 | 8E+04 | 7,64E+04 | 8E+04 |
| | $\phi_{\text{зел}}$ | −2°24' | 1,3E-05 | 7,69E+04 | — | — | — |
| | $\phi_{\text{жел}}$ | 2°37' | 1,23E-05 | 8,13E+04 | 8,1E+04 | 8,77E+04 | — |
| слева | $\phi_{\text{фиол}}$ | 2°5' | 1,3E-05 | 7,69E+04 | 8,11E+04 | 7,93E+04 | 8E+04 |
| | $\phi_{\text{зел}}$ | −2°38' | 1,19E-05 | 8,40E+04 | — | — | — |
| | $\phi_{\text{жел}}$ | 1°47' | 1,55E-05 | 6,45E+04 | 6E+04 | 7E+04 | — |

Расчет усредненного значения угла $\bar{\phi}$ производился по формуле:

$$\bar{\phi} = \frac{\phi_1 + \phi_2 + \phi_3}{3}$$

Расчет периода дифр. решетки d и числа штрихов n производились по формулам:

$$d = \frac{\kappa \lambda}{\sin(\phi)} \quad n = \frac{1}{d}, \quad \kappa = 1, \quad \lambda_{\phi} = 404,7 \times 10^{-9} \text{ м.}$$

$$\lambda_3 = 546,1 \times 10^{-9} \text{ м.} \quad \lambda_{\text{ж}} = 564 \times 10^{-9} \text{ м.}$$

$$d_{\phi} = \frac{1 \times 404,7}{10^9 \times 0,0305} \approx 1,35 \times 10^{-5}$$

Расчет дисперсии дифракционной решетки проводился двумя разными способами по формулам, λ бралась для фиолетового/желтого и фиолетового/зеленого цвета:

$$\hat{D}_1 = \frac{\kappa}{d \cos(\phi)}; \quad \hat{D}_2 = \frac{\Delta \phi}{\Delta \lambda}$$

$$\hat{D}_1 = \frac{0^{\circ}39'}{141,4 \times 10^{-9} \text{ м.}} = \frac{1,13}{141,4} \times 10^7 \approx 8 \times 10^4 \text{ м}^{-1}$$

$$\hat{D}_2 = \frac{1}{1,32 \times 10^{-5} \text{ м.} \times 0,99} = 7,65 \times 10^4 \text{ м}^{-1}$$

10. Расчет погрешностей измерений

Расчет погрешностей прямых измерений

$$t = \frac{|\bar{x} - \mu|}{se}, \quad se = \frac{\sigma_\phi}{\sqrt{n}} \Rightarrow |\bar{x} - \mu| = \Delta x = t \frac{\sigma_\phi}{\sqrt{n}} = \sum_{i=1}^{31} \sqrt{\frac{(\phi_i - \bar{\phi})^2}{n(n-1)}} t$$

t-значение берется из таблицы значений Т-распределения, в нашем конкретном случае кол-во измерений равно 3, соответствующее значение t будет равно 2,92.

$$\Delta\phi = \sum_{i=1}^3 \sqrt{\frac{(\phi_i - 2^\circ 10')^2}{3 \times 2}} \approx 0.701^\circ$$

Расчет погрешностей косвенных измерений

11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2)

12. Окончательные результаты

Получены результаты вычислений разрешающей способности дифракционной решетки, рассчитана погрешность вычислений.

13. Выводы и анализ результатов работы.

Измерение углов на гониометре требует определенной сноровки, при этом я получил результаты с довольно большой погрешностью, это обусловлено малым количеством измерений. Из-за этого на воспроизведение правильных результатов надеяться не приходится.