

Лабораторная работа 4.3.2. Дифракция света на ультразвуковой волне в жидкости.

Радькин Кирилл, Б01-005

14.05.22

Цель работы: изучение дифракции света на синусоидальной акустической решетке и наблюдение фазовой решетки методом темного поля

В работе используются: оптическая скамья, осветитель, два длиннофокусных объектива, кювета с жидкостью, кварцевый излучатель с микрометрическим винтом, генератор звуковой частоты, линза, вертикальная нить на рейтере, микроскоп.

Экспериментальная установка:

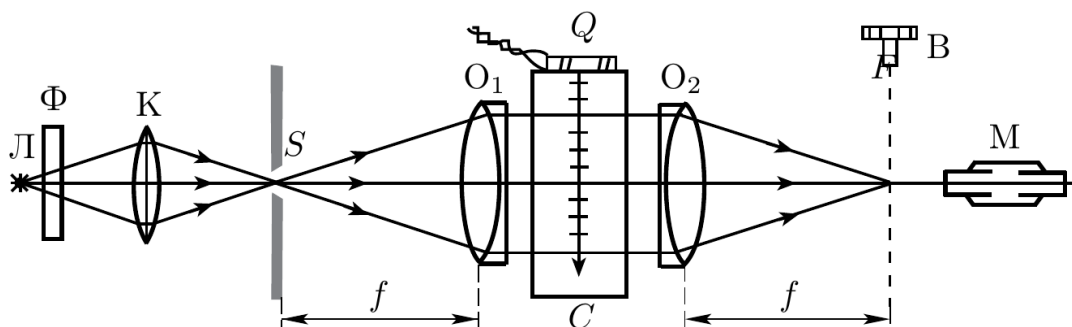


Рис. 1. Схема для наблюдения дифракции на акустической решетке

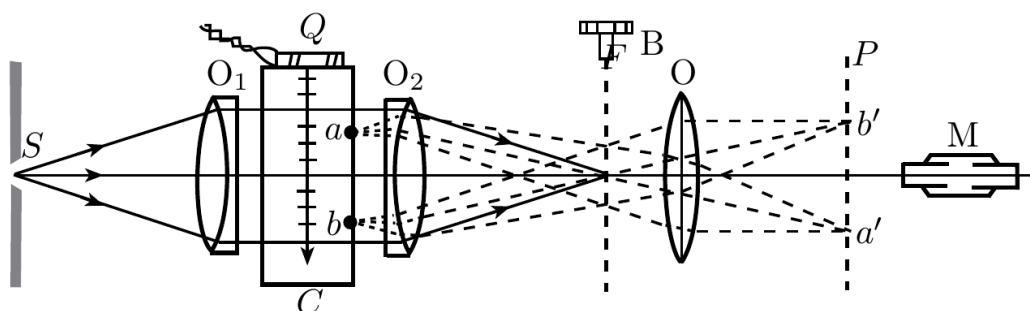


Рис. 2. Схема для наблюдения дифракции методом темного поля

Теоретическая справка:

- Длина Λ ультразвуковой волны определяется по формуле

$$\Lambda \sin \Theta_m = m\lambda \quad (1)$$

В силу малости углов:

$$l_m = mf \frac{\lambda}{\Lambda} \quad (2)$$

где l_m — измеренное на опыте линейное расстояние между m -м и нулевым максимумами, а f — фокусное расстояние объектива O_2 .

- Скорость v распространения звука в воде (ν — частота кварцевого излучателя):

$$v = \Lambda \nu \quad (3)$$

- Длина волны в воде для метода темного поля:

$$\frac{\Lambda}{2} = TC \quad (4)$$

где T — период решетки (в делениях), а C — цена деления.

Ход работы:

1. Настроим установку, получим четкую дифракционную картину. Запишем фокусные расстояния объективов O_1 и O_2 ($f = 30$ см)
2. Для выбранных частот излучателя определим положения x_m шести-восьми дифракционных максимумов (одно деление — 4 мкм):

f	1 МГц			2 МГц			3 МГц			3.5 МГц		
n	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	1
x , дел.	108	77	48	144	83	11	272	180	79	284	174	63

3. Построим графики x_m от m для каждой частоты (см. рис. 3, 4, 5, 6):
4. Рассчитаем длину волны Λ по формуле 2:

L , мкм	1600 ± 53	685 ± 42	497 ± 22	434 ± 27
f , МГц	1	2	3	3.5

5. Рассчитаем скорость звука в воде по формуле 3:

v , м/с	1600 ± 53	1371 ± 86	1492 ± 65	1520 ± 93
f , МГц	1	2	3	3.5

В среднем отличается от теоретического значения (1490 м/с) на $\approx 3\%$

6. Перейдем к методу темного поля. Введем в поле зрения вертикальную проволочку, опустим в воду пластинку с делениями.
7. Определим цену деления окулярной шкалы: 10 дел. ≈ 1 мм
8. Закроем центральный максимум вертикальной нитью.

9. Определим длину волны в воде. Для этого посчитаем период решетки:

f	1.2 МГц	1.07 МГц
T , дел.	6.0	7.2

Далее, используя формулу 4 посчитаем Λ :

f	1.2 МГц	1.07 МГц
Λ , мкм.	1200 ± 20	1440 ± 20

10. Определим, используя найденные Λ скорость звука в воде:

f	1.2 МГц	1.07 МГц
v , м/с	1440 ± 24	1540 ± 21

В среднем отличается от теоретического значения (1490 м/с) на $\approx 1.5\%$

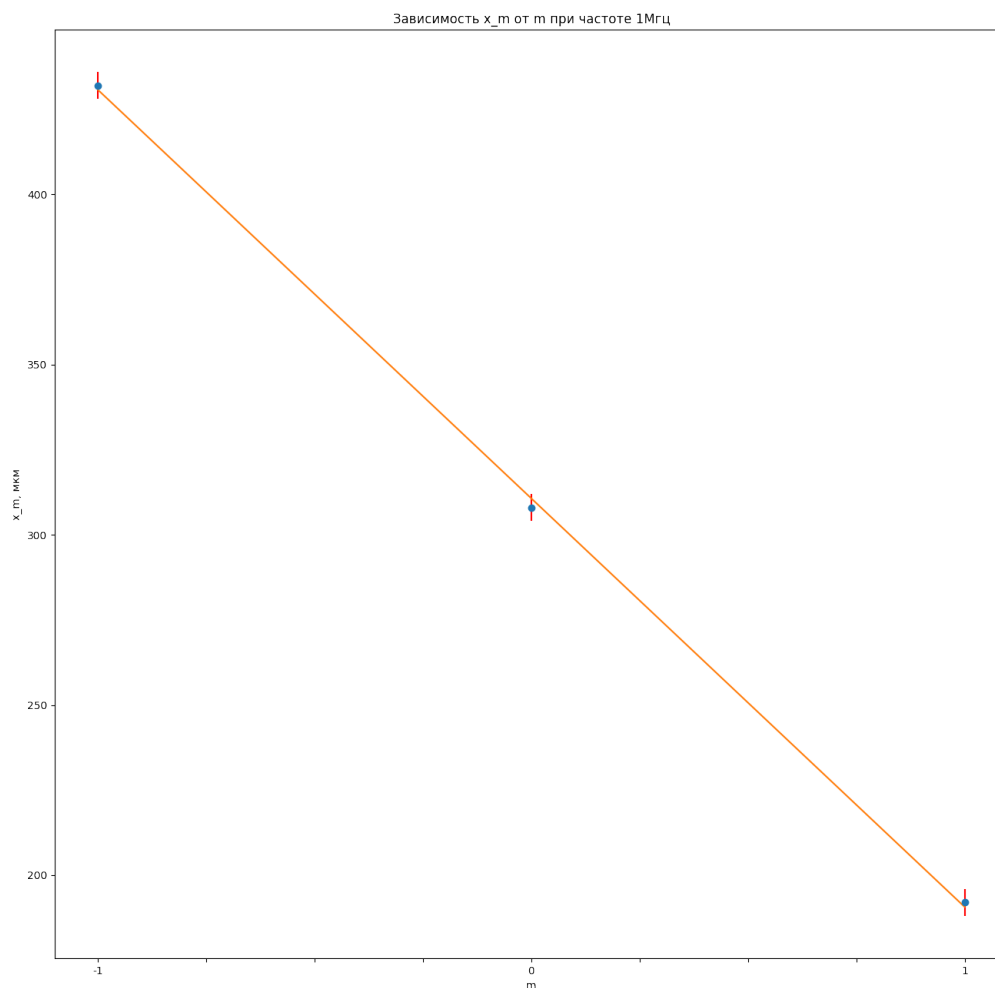


Рис. 3. $f = 1$ МГц

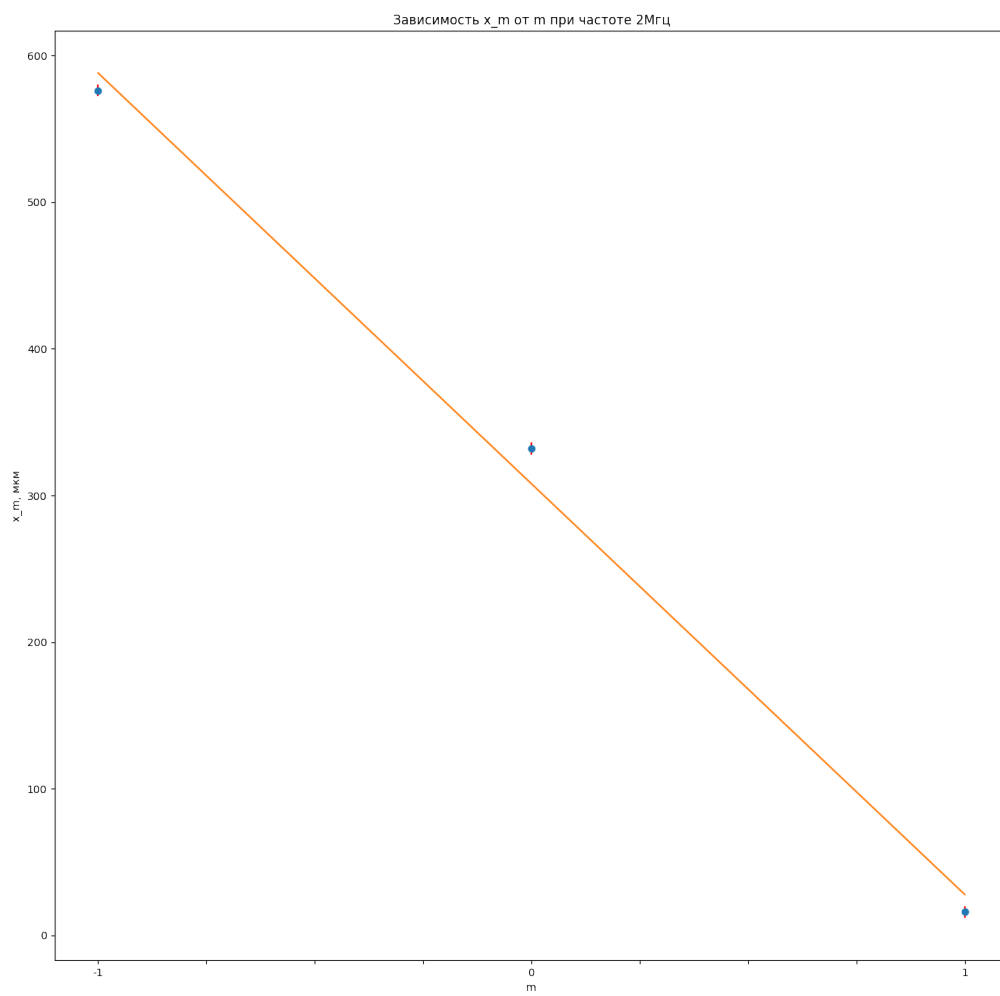


Рис. 4. $f = 2$ МГц

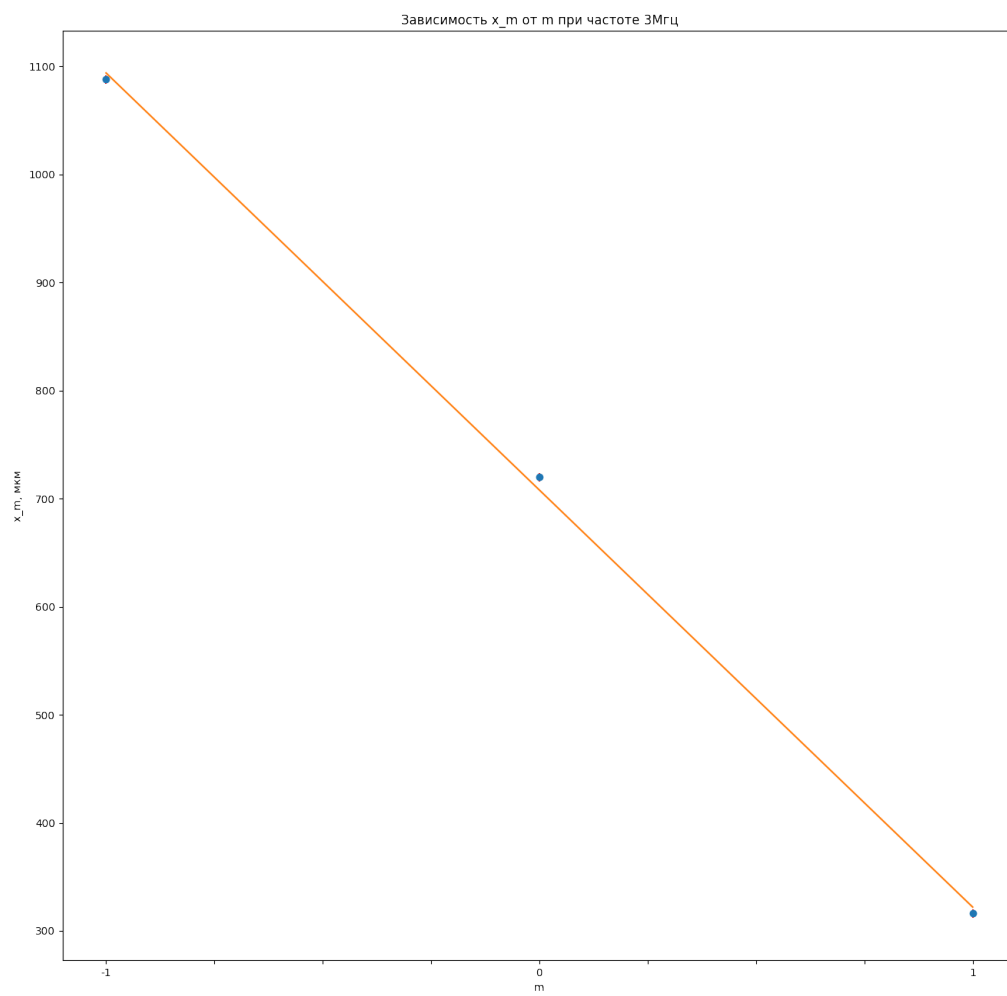


Рис. 5. $f = 3$ МГц

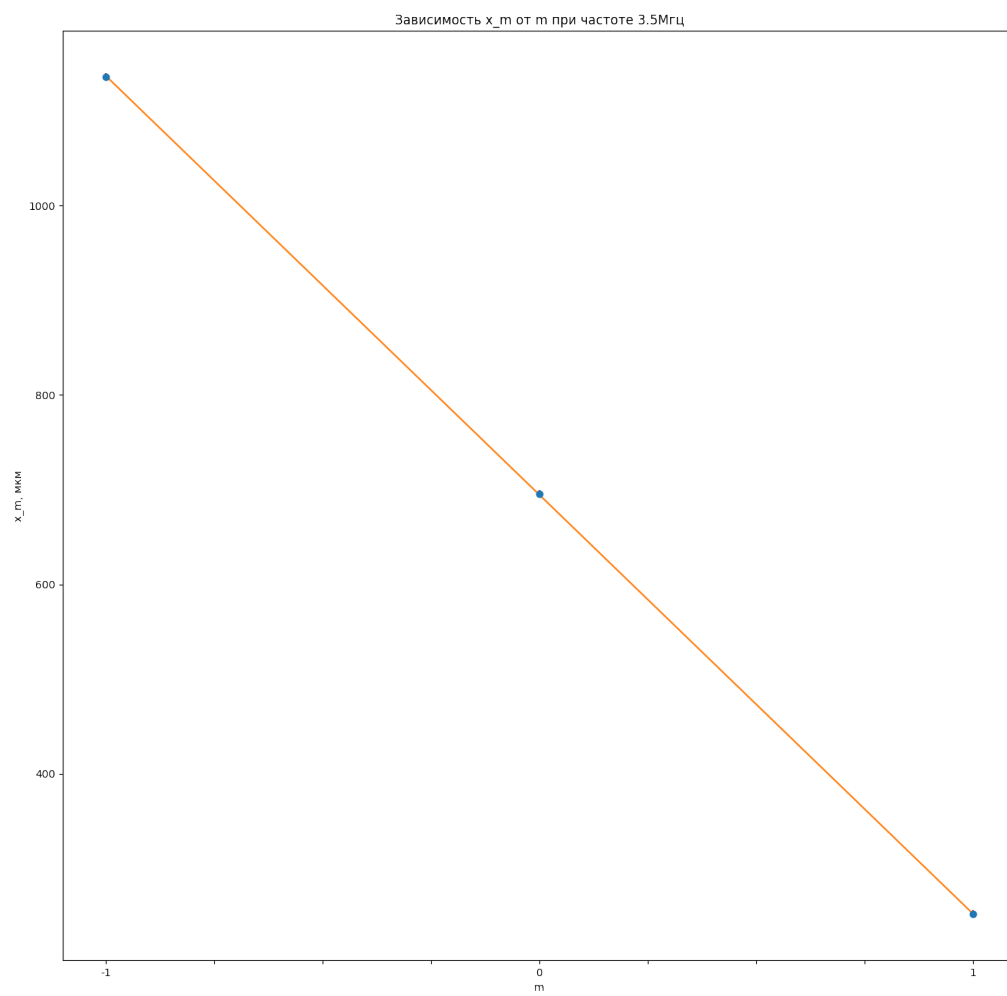


Рис. 6. $f = 3.5$ МГц