

Лабораторная работа 4.3.2

Дифракция света на ультразвуковой волне в жидкости

Отчёт о выполнении

Дерека С.А., группа 642

2018-02-10

I Цель, оборудование

- **Цель работы:** изучение дифракции света на синусоидальной акустической решётке и наблюдение фазовой решётки методом тёмного поля.
- **В работе используется:** оптическая скамья, осветитель, два длиннофокусных объектива, кювета с жидкостью, кварцевый излучатель с микрометрическим винтом, генератор ультразвуковой частоты, линза, вертикальная нить на рейтере, микроскоп.

II Схема установки

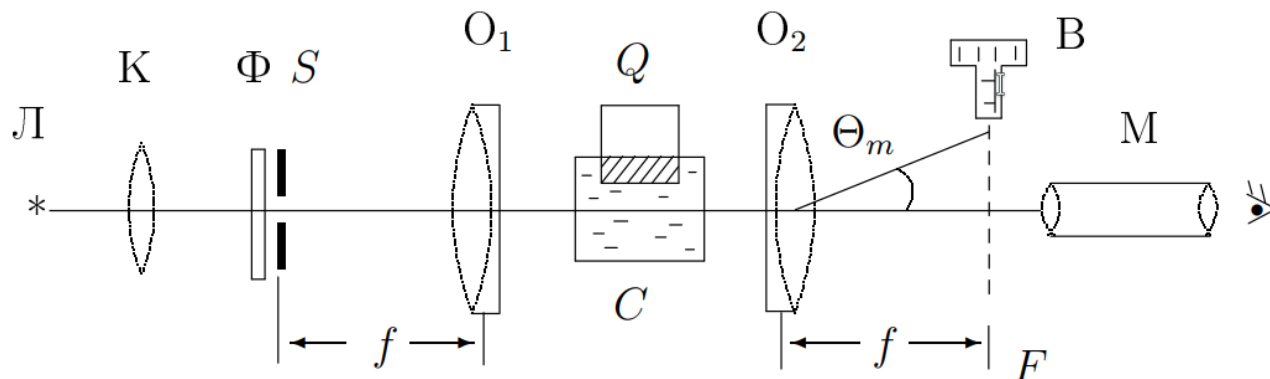


Рис. 1: Схема установки для наблюдения дифракции на акустической решётке

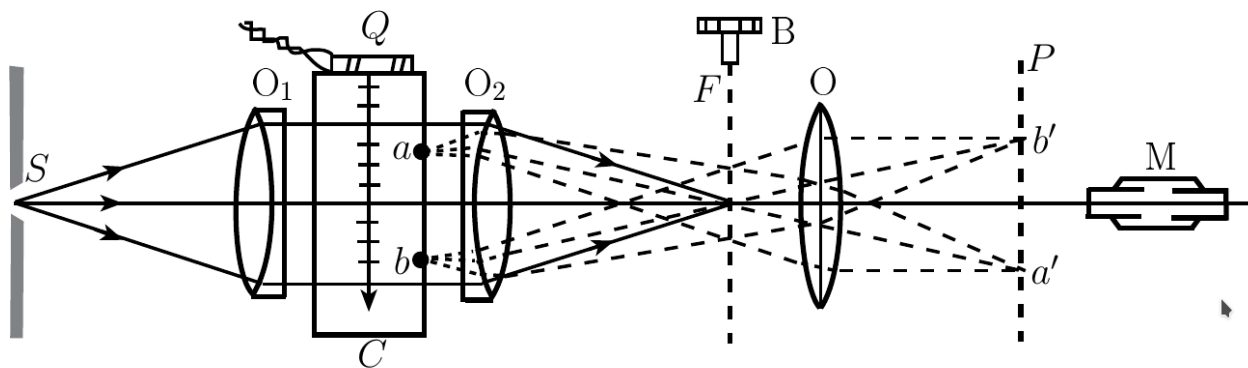


Рис. 2: Схема установки для наблюдения акустической решётки методом тёмного поля

Обозначения для рис. 1 и 2

- Q - ультразвуковой излучатель
- O_2 - камерный объектив
- М - микроскоп
- В - микрометрический винт
- S - щель

Параметры установки:

- $f = 28$ см
- $\lambda = 6400 \pm 200$ Å

III Теоретические сведения

Длина Λ ультразвуковой волны определяется соотношением:

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

В силу малости углов Θ_m окончательное соотношение может быть представлено в виде:

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

где l_m - измеренное на опыте расстояние между m -ым и нулевым максимумами, а f - фокусное расстояние O_2 . Скорость v распространения звука в воде можно рассчитать, если известна частота кварцевого излучателя ν :

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

IV Определение скорости ультразвука по дифракционной картине

Таблица 1:

	ν , МГц			
	1.005	1.132	1.256	1.841
m	Y, дел			
-2	18	16	10	
-1	52	50	51	32
0	88	87	90	89
1	117	121	126	143
2	150	158	161	

В таблице 1 приведены результаты измерений положений максимумов в зависимости от частоты излучателя. $\sigma_\nu = 0.005$ МГц, $\sigma_Y = 2$ дел. На рисунке 3 представлен график зависимости положения максимума Y от его номера m при разных частотах ν . В таблице 2 представлен результат расчёта длины волны Λ и скорости звука v по угловым коэффициентам k. Вычислим среднюю скорость распространения звука: $\langle v \rangle = 1.48$ м/с; $\sigma_v = \sqrt{\sigma_{v_r}^2 + \sigma_{v_m}^2} = 0.07$ м/с

V Определение скорости ультразвука методом тёмного поля

В таблице 3 приведены рассчитанные по параметрам решётки значения длин ультразвуковых волн. По графику 4 рассчитываем угловой коэффициент прямой: $k = (1.5 \pm 0.2) \cdot 10^3$ м/с. Согласно формуле (3) это и есть искомая скорость.

Таблица 2:

ν , МГц	k, дел	σ_k , дел	$\Lambda, 10^{-3}$ м	$v, 10^3$ м/с	$\sigma_v, 10^3$ м/с
1.006	32.9	0.2	1.33	1.51	0.06
1.132	35.5	0.3	1.29	1.48	0.07
1.256	37.7	0.2	1.18	1.45	0.07

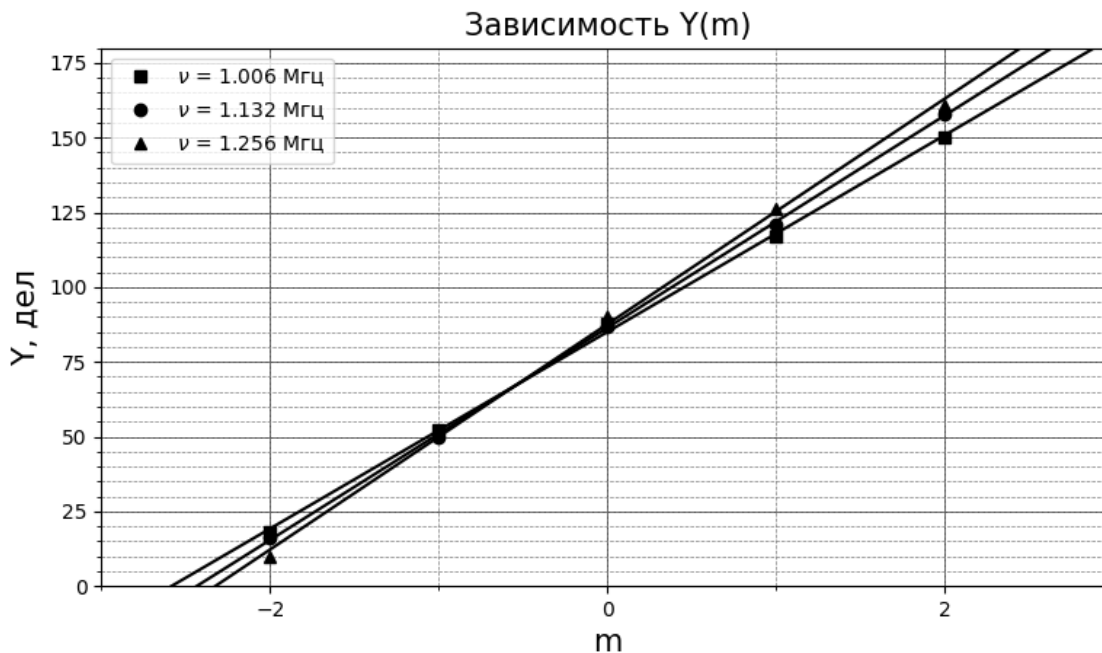


Рис. 3: График зависимости $Y(m)$

Таблица 3:

ν , МГц	a, дел	b, дел	c, дел	l_m , дел	$1/\nu$, с	L , 10^{-3} м
1.01	0	2	7	0.286	0.990	1.465
1.788	2	3.1	7	0.157	0.559	0.878
1.42	3	5	5	0.400	0.704	1.042
1.525	3.1	5	5	0.380	0.656	0.970

VI Результаты и выводы

В ходе работы удалось наблюдать дифракцию света на акустической решётке (дифракционную картину и саму решётку методом тёмного поля). На основе данных, полученных в ходе измерений, была определена с достаточно высокой точностью скорость распространения звуковых волн в воде. Полученные результаты

Таблица 4:

Метод	v , 10^3 м/с	σ_v , 10^3 м/с	v_{tab} , 10^3 м/с
Дифракционная картина	1.48	0.07	1.485
Тёмное поле	1.5	0.2	1.485

приведены в таблице 4.

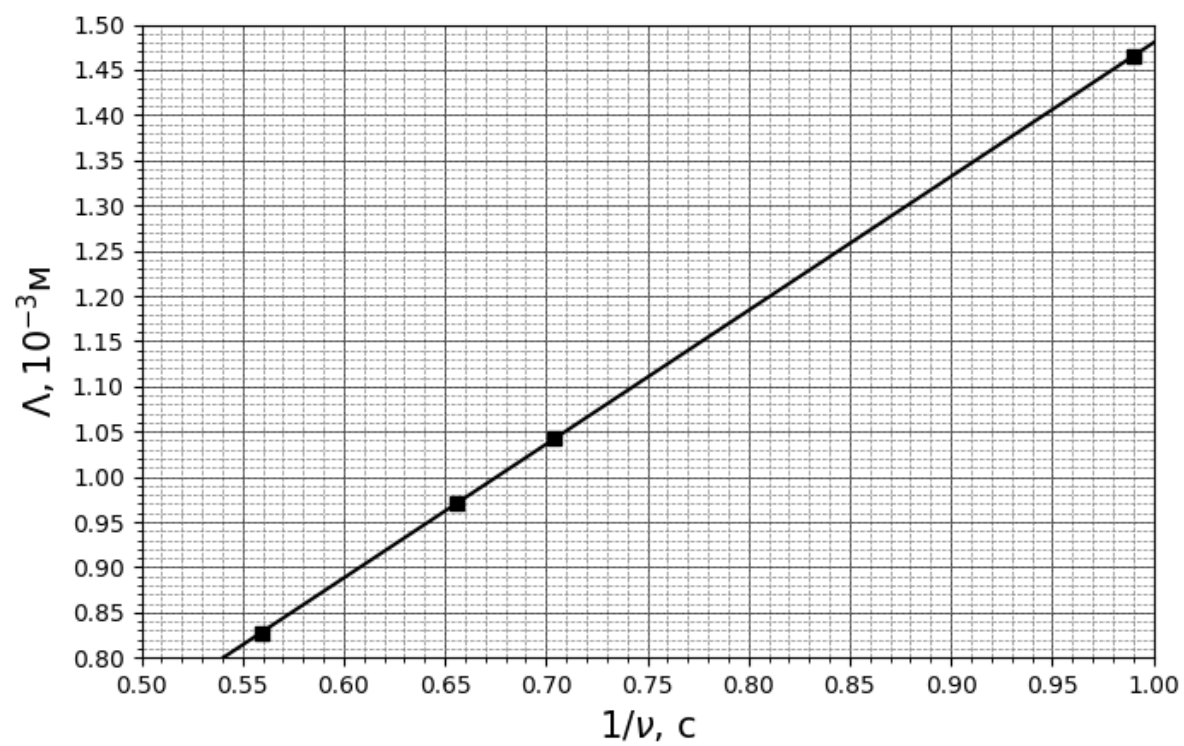


Рис. 4: График зависимости длины волны Λ от периода