

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Дифракция на ультразвуке

Хомутов Андрей, Б06-903
ФБМФ, 2021

Цели работы

1. Изучение дифракции света на синусоидальной акустической решетке
2. Наблюдение фазовой решетки методом темного поля

1 Практическая часть

1.1 Определение скорости ультразвука по дифракционной картине

После получения дифракционной картины на УЗ, определяется положение дифракционных полос. Результаты представлены в таблице 1. На рисунке 1 представлены зависимости координаты полосы от ее номера относительно центральной. По наклону графика можем определить расстояние между полосами:

- Для частоты 1 МГц - 134 ± 7 мкм
- Для частоты 1.3 МГц - 161 ± 2 мкм
- Для частоты 2 МГц - 250 ± 7 мкм
- Для частоты 4.3 МГц - 532 ± 3 мкм

Таблица 1: Координаты полос на разных частотах

Частота, МГц	Полоса	координата, мкм
1,3	-2	224
	-1	180
	0	142
	1	101
	2	62
2	-1	210
	0	150
	1	85
4,3	-1	279
	0	146
	1	13
1	-2	220
	-1	178
	0	145
	1	114
	2	85

Зная фокусное расстояние, рассчитывается длины волны как $\Lambda = \frac{mf}{l_m}$, где f - фокусное расстояние объектива, равное 28см, Λ - длина волны (6400 ± 200 ангстрем для красного светофильтра). Результаты расчетной длины волны и скорости представлены в таблице 2. Как видно, скорость звука совпадает с ожидаемыми 1400 м/с. Длина звуковой волны частоты порядка 1 МГц будет составлять в воде порядка 1мм.

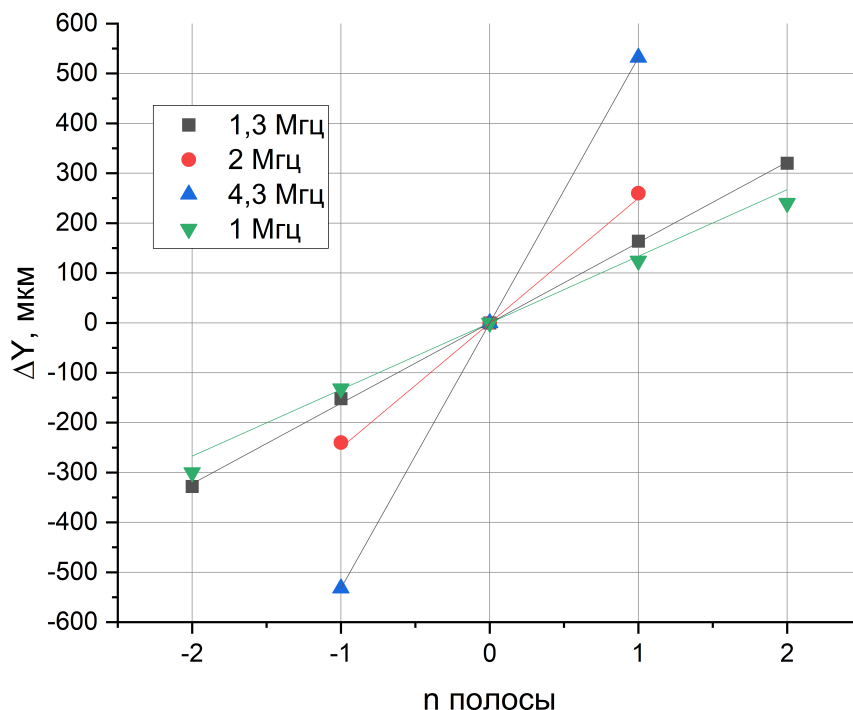


Рис. 1: Длина волны от обратной частоты

Таблица 2: Скорость и длина волны

	l_m/m , мкм	$\delta(l_m/m)$, мкм	Λ , мм	$\delta(\Lambda)$, мм	V , м/с	$\delta(V)$, м/с
1	134	7	1,34	0,11	1337	110
1,3	161	2	1,11	0,05	1447	60
2	250	7	0,72	0,04	1434	90
4,3	532	3	0,34	0,01	1448	50

1.2 Определение скорости ультразвука методом темного поля

Закрыв нулевой дифракционный максимум, получаем фазовое изображение решетки, наблюдаемое в микроскоп. После калибровки микроскопа на миллиметровой решетке, определяем что на 2.5 единиц шкалы окуляра приходится 6мм объекта.

Измеренное расстояние между n-ым количеством полос представлено в таблице 3. Тут же расчетная длина волны звука. Погрешность определения координаты - 0.05 ед. шкалы окуляра, определяется толщиной и размытостью изображений полос.

Построив график зависимости $\Lambda = F(1/\nu)$ (рис. 2) определяется скорость звуковых волн в воде $v_{зв} = 1440 \pm 150$ м/с.

Таблица 3: Длина волны методом темного поля

Частота, МГц	x1, дел	x2, дел	n	Λ , мм
2	0,6	2,5	12	0,76
1,69	1,64	0,47	8	0,70
1,14	2,85	0,95	7	1,30
1,04	2,85	1,05	6	1,44
0,988	0,95	3,12	7	1,49
1,34	1,1	2,5	6	1,12

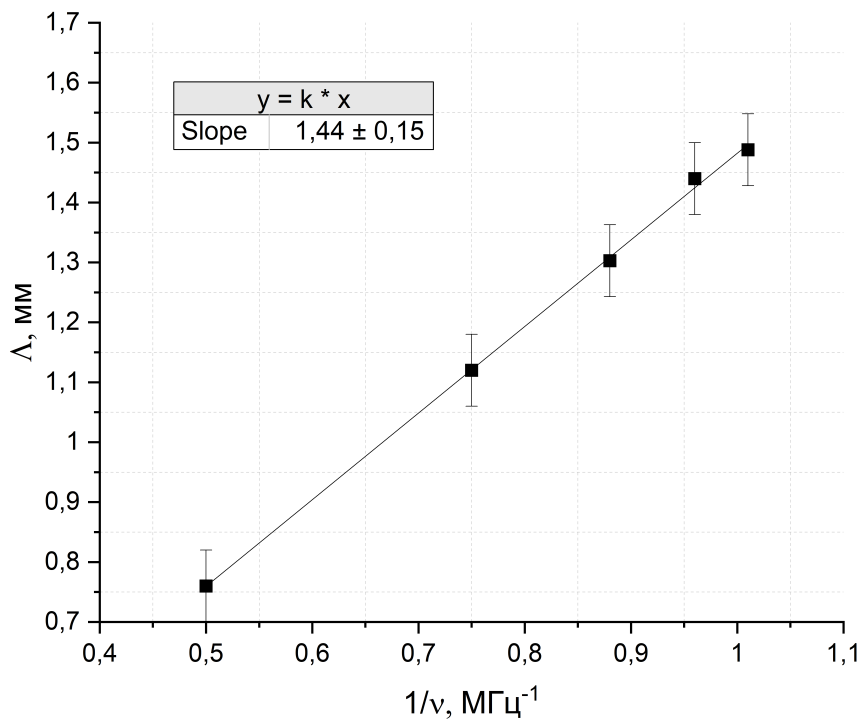


Рис. 2: $\Lambda = F(1/\nu)$

2 Выводы

1. В работе была изучена дифракция на акустической решетке, создаваемой УЗ-волнами в воде
2. По дифракционной картине были рассчитаны длины УЗ-волн в воде для определенных частот
3. С помощью метода темного поля было возможно пронаблюдать фазовую решетку, закрыв нулевой максимум дифракционной картины
4. По взаимному расположению полос была рассчитана скорость звука в воде, совпадающая с ожидаемой в пределах погрешности