

Лабораторная работа № 1.16¹⁾

Градуировка звукового генератора методом интерференции

Введение

Если два когерентных источника гармонических колебаний, создающие в упругой среде бегущие волны, накладывающиеся друг на друга, возбуждают в некоторой точке среды колебания одного направления, то в результате интерференции амплитуда результирующего колебания равна:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \frac{2\pi}{\lambda}(l_1 - l_2)}, \quad (1)$$

где A_1 и A_2 - амплитуды колебаний в данной точке среды, создаваемые каждым источником в отдельности; l_1 и l_2 - расстояния данной точки от первого и второго источников, соответственно; λ - длина распространяющихся в среде волн (предполагается, что источники синфазны).

Амплитуда колебаний точек, для которых разность хода составляет целое число волн $\Delta = l_1 - l_2 = n\lambda$, будет максимальной; амплитуда минимальна там, где $\Delta = (2n+1)\lambda/2$ ($n = 0, 1, 2, \dots$). Эти соотношения используются в данной работе для определения частоты и длины звуковой волны в воздухе.

Экспериментальные задачи, поставленные в работе:

- исследование явления интерференции звуковых волн в воздухе;
- градуировка звукового генератора методом интерференции.

Описание экспериментальной установки

Источником звуковых волн в опыте является динамик (Г) (рис. 16.1), питаемый от звукового генератора (ЗГ). Излучаемые динамиком волны распространяются по двум трубам a и b , которые в начале и конце соединяются в общую трубу. Результирующее колебание, возникающее в конце труб, улавливается микрофоном (М). Переменное напряжение с выхода микрофона подводится ко входу Y электронного осциллографа (Э). Шкала (Ш) и указатель (У) позволяют измерить увеличение длины трубы a по сравнению с длиной трубы b .

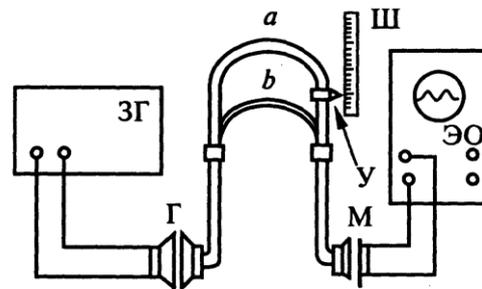


Рис. 16.1.

Звуковые волны, распространяющиеся по трубам a и b разной длины, соединяющимся в конце, приобретают некоторую разность хода. Изменяя эту разность хода, можно последовательно создавать условия, при которых амплитуда результирующих колебаний и сигнал на осциллографе принимают максимальное и минимальное значения. При этом разность хода, соответствующая двум соседним максимумам или минимумам интерференционной картины равна λ .

Следует иметь в виду, что перемещение подвижной трубы на отрезок h означает изменение разности хода на $2h$.

¹⁾ Подготовлено преподавателями КОЭФ Александровым В.Н., Васильевой И.А. и Коротаевой Е.А.

Частоту звуковых волн, а следовательно, и частоту сигнала звукового генератора можно вычислить по формуле: $\nu = \frac{u}{\lambda} = \frac{u_0}{\lambda} \sqrt{\frac{\theta}{273\text{К}}}$, где u - скорость звука в воздухе и θ - абсолютная температура воздуха в условиях эксперимента; $u_0=332$ м/с - скорость звука в воздухе при нормальных условиях $\theta_0=273$ К.

Подготовка протокола к работе

(Выполняется во внеаудиторное время при подготовке к занятию)

Запишите в лабораторной тетради номер и название работы.

Запишите в тетради заголовок: «**Задание. Градуировка звукового генератора методом интерференции**».

Запишите формулы для вычисления частоты звукового генератора и относительной ошибки этих косвенных измерений ε_ν (см. также **В4** в [3])
Подготовьте табл. 1 для записи результатов измерений и вычислений.

Табл. 1

№ измерения	α , дел	θ , К	u , м/с	λ , м	ν , Гц	ε_ν , %
1						
5						

Измерения и обработка результатов

Задание. Произвести необходимые измерения для пяти значений частот генератора в интервале 2000–5000 Гц. Данные измерений и вычислений α , h , ν , u , λ и относительной ошибки косвенных измерений (см. **В4** в [4]) частоты ε_ν внесите в табл. 1 (α - деления шкалы (**Ш**)). Для получения возможно более точного значения длины волн в работе рекомендуется определять разность хода, соответствующую условию минимумов.

Рекомендуемая литература

1. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Механика. (2001), гл.11.
2. Стрелков С.П. Механика. (4-е изд., 2005), гл.XV, §141.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики в 5-ти томах, т. 1, Механика (4-е изд., 2005), § 73, 74, 85.
4. Введение в физический практикум.

Примерные контрольные вопросы

1. Какие волны называются когерентными?
2. Каким образом в данной работе создаются когерентные волны?
3. Получите выражение (1).
4. Почему точность измерений длины волны λ при регистрации положений минимумов больше, чем при регистрации положений максимумов?
5. Чем ограничивается точность измерения λ в эксперименте?
6. Опишите принцип действия микрофона и динамика.