

ОТЧЁТ
по лабораторной работе № 68

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ
МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 68

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ
МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Цель работы – измерить скорость звука в воздухе методом интерференции.

Приборы и принадлежности: генератор звуковых колебаний; установка, предназначенная для создания разности хода звуковых волн.

Общие положения

Интерференция – это явление наложения когерентных волн, в результате которого колебания в одних точках усиливают, а в других точках ослабляют друг друга. При этом происходит перераспределение энергии волнового поля, и образуются устойчивые во времени максимумы или минимумы интенсивности колебаний. Волны называются когерентными, если они имеют одинаковую частоту и приходят в данную точку пространства с не изменяющейся со временем разностью фаз.

Если волны, распространяющиеся от источников S_1 и S_2 (рис. 1), когерентны, то амплитуда результирующего колебания в точке M будет определяться разностью фаз между ними в этой точке.

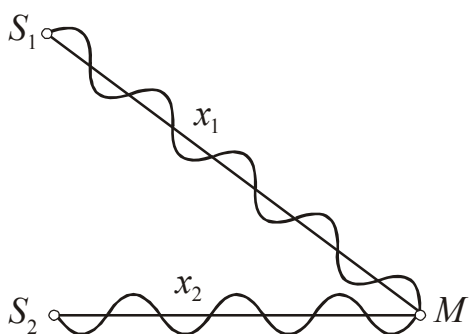


Рисунок 1

Уравнение волны, распространяющейся от источника S_1 , имеет вид

$$\xi_1 = A_1 \cos(\omega t - kx_1) = A_1 \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda} \right),$$

а от источника S_2 :

$$\xi_2 = A_2 \cos(\omega t - kx_2) = A_2 \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda} \right).$$

Найдем разность фаз этих волн:

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi \frac{x_2 - x_1}{\lambda} = 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda},$$

где $\Delta x = x_2 - x_1$ – разность хода.

Если $\Delta x = 2m \frac{\lambda}{2}$, где m – любое целое число, то в точке M волны будут друг друга усиливать, т.е. в точке M наблюдается интерференционный максимум.

Если $\Delta x = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$, то в точке M волны будут друг друга ослаблять, т.е. в точке M наблюдается интерференционный минимум.

В частности, если когерентные волны $\xi_1 = A \cos(\omega t - kx)$ и $\xi_2 = A \cos(\omega t + kx)$, имеющие одинаковую амплитуду, распространяются навстречу друг другу, то образуется стоячая волна. Уравнение этой волны:

$$\xi = 2A \cos kx \cos \omega t = A(x) \cos \omega t.$$

Точки, в которых амплитуда колебаний стоячей волны равна нулю, называются узлами, а точки, в которых амплитуда максимальна, называются пучностями (рис. 2).

Расстояние l между соседними узлами, так же как и расстояние между соседними пучностями равно половине длине волны:

$$l = \frac{\lambda}{2}, \quad (1)$$

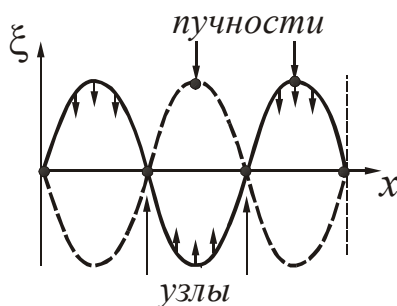


Рисунок 2

где λ – длина волны.

Длина волны связана с частотой ν и скоростью v распространения волны соотношением

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \quad (2)$$

Подставив соотношение (2) в (1), получим формулу для расчёта скорости звука в воздухе:

$$v = 2\nu l. \quad (3)$$

Описание экспериментальной установки

Установка, предназначенная для измерения скорости звука в воздухе представляет собой изогнутую трубу А, в которую входит подобная ей труба В меньшего сечения (рис. 3). Труба В может перемещаться относительно трубы А. В одном колене трубы А сделано отверстие, соединенное при помощи трубки с телефоном, подключенным к генератору звуковых колебаний. В другом колене трубы сделаны отверстия, соединенные с наушниками. Звуковой генератор вызывает колебания мембраны телефона с определенной частотой; звуковая волна той же частоты, попадая в трубу А, разветвляется; часть её распространяется по одному колену, часть по другому. Накладываясь при встрече, эти волны интерферируют.

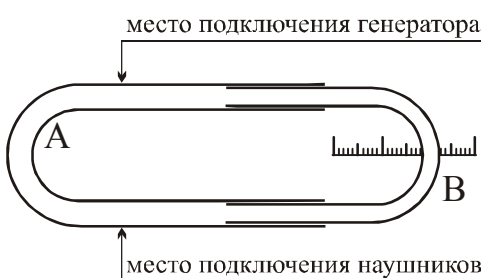


Рисунок 3

Выдвигая или вдвигая трубу В, можно добиться того, чтобы вблизи отверстий, соединенных с наушниками, находился интерференционный максимум или интерференционный минимум. Частота колебаний определяется по звуковому генератору. Расстояние l между ближайшими минимумами (или максимумами) измеряется по шкале на установке.

Выдвигая или вдвигая трубу В, можно добиться того, чтобы вблизи отверстий, соединенных с наушниками, находился интерференционный максимум или интерференционный минимум. Частота колебаний определяется по звуковому генератору. Расстояние l между ближайшими минимумами (или максимумами) измеряется по шкале на установке.

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой в данной работе рассчитывается скорость звука. Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

1. Подключить установку к генератору (к клеммам \perp и 600 Ом). Включить звуковой генератор в сеть. Подождать 2-3 мин, пока он прогреется.
2. Установить множитель частот на «x10». Поворотом лимба установить на генераторе значение 120, что соответствует частоте 1200 Гц.
3. Надеть наушники. Регулятором на передней панели генератора установить оптимальную громкость звука.
4. Выдвинуть трубу В до отказа. Перемещать трубу В в обратном направлении до тех пор, пока громкость звука не станет минимальной. Записать деление n_1 шкалы, напротив которого при этом стоит указатель.
5. Продолжая перемещать трубу В, определить по слуху следующий минимум. Записать соответствующий номер n_2 деления шкалы.
6. Повторить измерения согласно пунктам 4, 5, увеличивая каждый раз частоту на 200 Гц до 2200 Гц.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Для каждого опыта вычислить значения l :

$$l = n_2 - n_1.$$

2. По формуле (3) рассчитать скорость звука для каждого опыта при данной температуре. Найти среднее значение скорости звука.
3. Рассчитать доверительный интервал как для прямых измерений.
4. Найти относительную погрешность измерений. Результат записать в стандартном виде:

$$v = v_{\text{ср}} \pm \Delta v.$$

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какие волны называются звуковыми? От каких параметров зависит скорость звука?
2. Какое явление использовалось для определения скорости звука? В чём оно заключается?
3. Запишите условия максимумов и минимумов интерференции.
4. Сравните полученное значение скорости звука с табличным значением при данной температуре и сделайте вывод о достоверности полученного результата.

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 68

Выполнил(а) _____

Группа _____

№ п/п	ν , Гц	n_1 , см	n_2 , см	l , см	v , м/с
1					
2					
3					
4					
5					
6					
среднее					

Дата _____

Подпись преподавателя _____