Саратовский государственный университет   
им. Н. Г. Чернышевского

Факультет компьютерных наук и информационных технологий

Лабораторная работа №13 «Измерение скорости звука в воздухе»

выполнил студент 151 группы  
Кудряшов Александр Сергеевич

проверил:  
Машников В.В.

Саратов – 2023

**Цель работы:** изучение процесса распространения звуковой волны в газе и измерение скорости звука при различных условиях интерференции волн.

**Принадлежности:** прибор Квинке, звуковой генератор.

**Краткая теория**

Рассмотрим процесс распространения звука в газовой среде, заполняющей длинную цилиндрическую трубку. На одном конце трубки укреплена мембрана, колеблющаяся по гармоническому закону. Элементы среды, примыкающие к мембране, смещаются из своих положений равновесия и совершают колебания по тому же закону, что и мембрана. Смещение происходит в направлении, перпендикулярном к плоскости мембраны, вдоль оси трубки. Благодаря упругим взаимодействиям между отдельными элементами среды в колебательное движение придут через определенное время и элементы, находящиеся от мембраны на некотором расстоянии. Вдоль трубки будет распространяться волна смещений. Образующаяся в газовой среде волна является продольной, то есть колебание элементов среды около их положений равновесия происходит вдоль направления распространения волны, так как в газах деформации сдвига неупруги и, следовательно, поперечные волны не могут существовать.

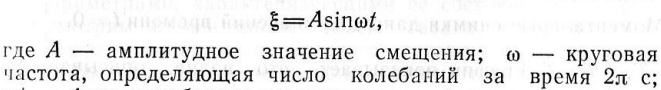
Волновые поверхности — поверхности, на которых все элементы однородной

среды совершают одинаковые движения — представляют собой в данном случае плоскости, перпендикулярные направлению распространения волны. Такие волны называются плоскими.

В результате смещений элементов газовой среды из их положений равновесия вдоль трубки будут чередоваться области с повышенной и пониженной плотностью по сравнению с той, которая была в трубке до прихода волны. Соответственно вдоль трубки будет изменяться и давление газа.

Если мембрана колеблется с частотой, находящейся в пределах от 16 до 20000 Гц, то такие колебания плотности газовой среды воспринимаются человеческим ухом и называются звуковыми колебаниями.

Составим уравнение, характеризующее рассмотренный волновой процесс. Для этого введем величину Ё, представляющую собой смещение центра масс элемента газовой среды. Пусть смещение элементов среды, находящихся вблизи мембраны, определяется соотношением



Тогда элементы среды, находящиеся на некотором расстоянии х (ось х-ов направлена вдоль оси трубки, и начало отсчета выбрано в месте расположения мембраны), начнут колебаться несколько позднее, так как колебательный процесс распространяется с некоторой конечной скоростью. Время запаздывания колебаний будет

Смещение Е в этом случае будет определяться соотношением



**Экспериментальная часть**

Необходимо провести измерения максимумов на разных частотах и занести в таблицу. Затем выполнить расчеты скорости звука. Сравнить полученные значения с табличным значением скорости звука и вычислить погрешность. *Մзвука =* 331,46 м/с

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Опыта | V(частота),  Гц | № Минимума | а, см | *Մ,* м/с | *Մср,* м/с | Δ*Մ,* м/с | Δ*Մ/Մсв,*  % |
| 1 | 1000 | 1 | 9,3 | 372 | 376,6 | 45,14 | 13,6 |
| 2 | 1000 | 2 | 28,2 | 376 |
| 3 | 1000 | 3 | 47,7 | 382 |
| 1 | 1200 | 1 | 7,4 | 355,2 | 354,2 | 22,76 | 6,87 |
| 2 | 1200 | 2 | 20,9 | 334,4 |
| 3 | 1200 | 3 | 39 | 374,4 |
| 1 | 1400 | 1 | 6,8 | 380 | 349,9 | 18,44 | 5,56 |
| 2 | 1400 | 2 | 16 | 298 |
| 3 | 1400 | 3 | 33 | 369,6 |

**Опыт 1 для V = 1000:**

*Մ*1 = 4\*V\*a1 = 4000 \* 0,093 = 372 м/с

*Մ*2 = 4/3\*V\*a2 = 4000/3 \* 0,282 = 376 м/с

*Մ*3 = 4/5\*V\*a3 = 4000/5 \* 0,477 = 372 м/с

**Опыт 2 для V = 1200:**

*Մ*1 = 4\*V\*a1 = 4800 \* 0,074 = 355,2 м/с

*Մ*2 = 4/3\*V\*a2 = 4800/3 \* 0,209 = 334,4 м/с

*Մ*3 = 4/5\*V\*a3 = 4800/5 \* 0,39 = 374,4 м/с

**Опыт 3 для V = 1400:**

*Մ*1 = 4\*V\*a1 = 5200 \* 0,068 = 374,4 м/с

*Մ*2 = 4/3\*V\*a2 = 5200/3 \* 0,16 = 298 м/с

*Մ*3 = 4/5\*V\*a3 = 5200/5 \* 0,33 = 369,6 м/с

**Вывод:** в ходе данной лабораторной работы я изучил процесс распространения звуковой волны в газе и измерение скорости звука при различных условиях интерференции волн, а также экспериментально подсчитал скорость звука.