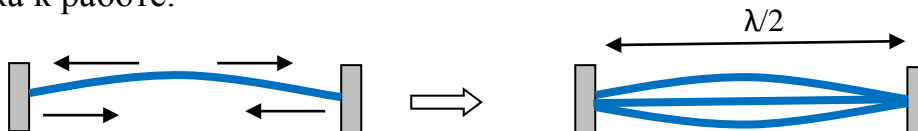


Лабораторная работа №2

Исследование свободных и вынужденных колебаний в металлической струне

Цель работы. Определение частот собственных колебаний металлической струны, закрепленной с обоих концов.

Подготовка к работе.



Если струну, закрепленную с обоих концов, вывести из равновесия и отпустить, то от точки возмущения исходят две бегущие волны, направленные к точкам закрепления струны. Эти волны отражаются от точек закрепления и, накладываясь друг на друга, образуют стоячую волну.

При этом струна издает звук, основной тон которого соответствует длине волны, равной удвоенному расстоянию между точками закрепления струны. Скорость распространения волны в струне определяется соотношением:

$$V = \sqrt{\frac{F}{S \cdot \rho}},$$

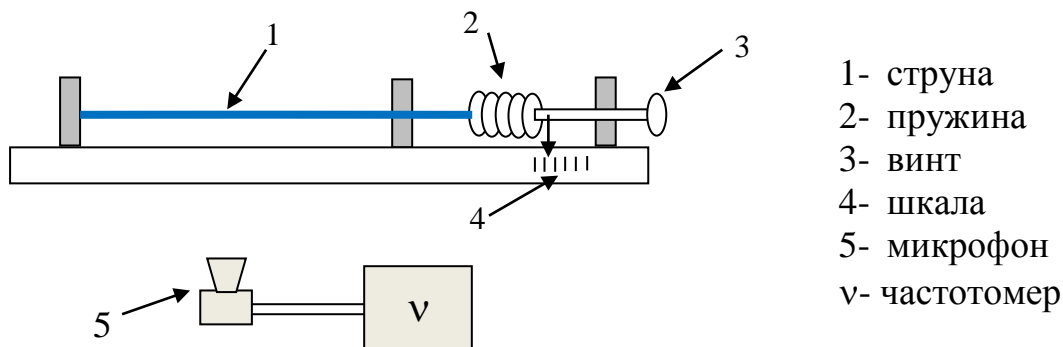
где F -сила натяжения струны, S - площадь поперечного сечения,
 ρ - плотность материала струны

Длина волны λ , частота колебаний ν и скорость распространения волны V связаны соотношением: $\lambda = V \cdot T = V / \nu$.

В этом случае длина волны, определяемая расстоянием между точками закрепления струны, есть величина постоянная. Поэтому изменение частоты звука, издаваемого струной, возможно лишь за счет изменения силы натяжения струны.

В данной части работы необходимо определить зависимость частоты звукового сигнала, издаваемого струной, от силы ее натяжения.

Схема эксперимента



Регулировка силы натяжения струны осуществляется с помощью винта 3, который растягивает пружину 2. Величина силы натяжения струны считывается по шкале 4.

Натянутая струна выводится из положения равновесия. Звук, издаваемый колеблющейся струной, улавливается микрофоном 5, его частота определяется частотомером ν .

А. Определение зависимости частоты звукового сигнала, издаваемого струной, от силы ее натяжения

Порядок выполнения работы

а). Ознакомьтесь с теоретическими аспектами получения звуковых волн с помощью струны, закрепленной с обоих концов, по лекционному материалу.

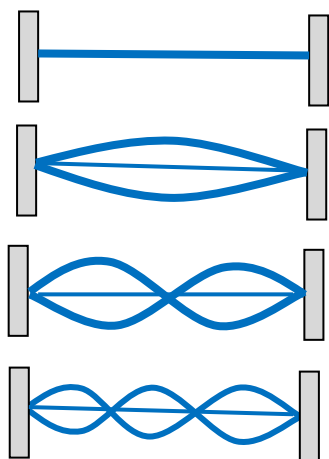
б). Запустите макет лабораторной установки и проведите визуальное наблюдение за характером колебаний струны в зависимости от ее натяжения.

в). Скопируйте данные о частотах колебаний струны при различных значениях силы F в соответствии с номером Вашего задания и занесите их в таблицу №1.

г). Постройте график зависимости $\ln \nu$ от $\ln F$.

Б. Определение собственных частот колебаний струны, закрепленной с обоих концов

Помимо основной частоты колебаний струны, закрепленной с обоих концов, о которой шла речь в первой части данной работы, имеется целый набор частот, соответствующий образованию стоячих волн в колеблющейся струне.



Условие образования стоячей волны:
между точками закрепления струны должно уложиться целое число полуволен.

Отсюда следуют значения собственных частот колебания струны:

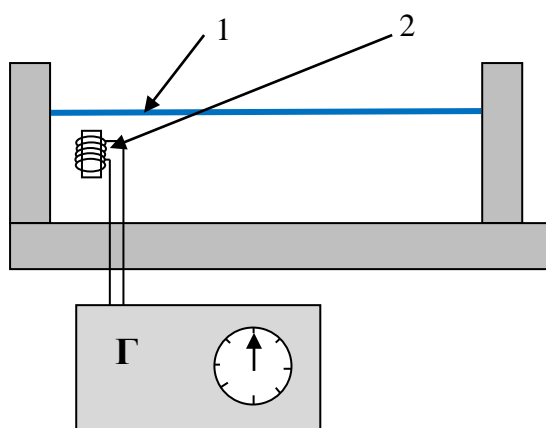
$L = n \cdot \lambda / 2$, где L – расстояние между точками закрепления струны, n – целое число

или

$$\nu = \frac{v}{2L} n$$

Таким образом, при фиксированной силе натяжения набор собственных частот колебаний струны имеет строго определенные значения. Если на струну будет воздействовать периодически изменяющаяся сила, то при определенных значениях частоты этой силы происходит резкое увеличение амплитуды колебания струны – возникает явление резонанса.

Схема установки



- 1- стальная струна
2- электромагнит
Г- генератор переменного
напряжения регулируемой
частоты

Переменное магнитное поле, создаваемое электромагнитом, заставляет подмагниченную стальную струну совершать вынужденные колебания. При определенных частотах переменного напряжения, подаваемого на обмотку электромагнита, возникает явление резонанса, связанного с образованием стоячей волны.

Порядок выполнения работы

- Ознакомьтесь с методикой получения звуковых волн с помощью струны, закрепленной с обоих концов, по лекционному материалу.
- Запустите макет лабораторной установки и проведите визуальное наблюдение за характером колебаний струны в зависимости от ее натяжения.
- Скопируйте данные о частотах колебаний струны, при которых наблюдается резонанс в виде стоячей волны в соответствии с номером Вашего задания (таблица №2).
- Определите скорость распространения волны в струне в зависимости от частоты колебаний (вторая гармоника) согласно соотношению: $V = \frac{2Lv}{n}$
- Найдите величину силы натяжения струны F для третьей гармоники по заданным величинам длины струны L , плотности материала струны ρ и площади поперечного сечения струны S .

Приложения

Таблица №1

Варианты	F, Н	200	300	400	500	600
1	$v, \text{Гц}$	200	240	280	310	350
2	v	230	280	320	360	390
3	v	280	340	400	450	490
4	v	250	310	360	400	440

5	ν	210	260	300	340	370
Варианты	F, Н	150	250	350	450	550
6	ν , Гц	240	320	370	420	470
7	ν	170	220	260	300	330
8	ν	190	250	300	340	370
9	ν	220	280	340	380	420
10	ν	120	160	190	210	230

Таблица №2

Варианты	ν_1 Гц	ν_2 Гц	ν_3 Гц	L, см	S, мм ²	ρ , кг/м ³
1	220	440	660	40	1,2	$8 \cdot 10^3$
2	310	620	930	60	1,4	$7,8 \cdot 10^3$
3	180	360	540	50	1,1	$8 \cdot 10^3$
4	210	420	630	45	1,3	$8 \cdot 10^3$
5	270	540	810	50	1,5	$7,8 \cdot 10^3$
6	190	380	570	40	1,6	$8 \cdot 10^3$
7	200	400	600	55	1,3	$7,8 \cdot 10^3$
8	300	600	900	60	1,8	$8 \cdot 10^3$
9	260	520	780	45	1,0	$7,8 \cdot 10^3$
10	280	560	840	55	1,3	$8 \cdot 10^3$

Примечание. При вычислении величины силы F необходимо L выразить в метрах, S – в м².