

Протокол
по лабораторній роботі
Дослідження механічного
резонансу

1-3

Виконали

Шварц К.Г.

група 6151

Перевір.

Генеру

$\alpha = 0,8$

22.01.2025

Валерий прямой ход			обратный ход	ср. ам.
Угол α	Размах $B_{1,2}$	Ампл. $A_{1,2}$	Размах $B_{2,1}$	$\bar{A}$, мм
0,5	2,5		2	
1	2,9		3,1	
1,2	4		4	
1,4	5		4	
1,6	9,5		9	
1,8	15		16	
2,0	7,5		7	
2,2	4,5		5	
2,4	3		3	

773 ступня

n/n	D_i , мм	AD , мм	AD^3 , мм ³	$\bar{D}$
1	0,35			0,35
2	0,40			0,40
3	0,40			0,40
4	0,35			0,35

$$\bar{D} = \frac{\sum_{n=1}^4 AD^3}{\sum_{n=1}^4 AD^2}$$

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

С явлением механического резонанса необходимо считаться при конструировании машин и различного рода сооружений. Собственная частота этих устройств ни в коем случае не должна быть близка к частоте возможных внешних воздействий. Так, например, собственная частота вибраций корпуса корабля должна сильно отличаться от частоты колебаний, которые могут быть возбуждены вращением гребного винта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие колебания называются вынужденными?
2. Какова частота вынужденных колебаний?
3. Какое явление называется механическим резонансом?
4. Укажите условия возникновения резонанса.
5. По какой формуле рассчитывается в данной работе напряжение в струне в момент резонанса?
6. Какой график характеризует механический резонанс?
7. Путем изменения какой частоты достигается явление резонанса?

ЛИТЕРАТУРА

И.В. Савельев. Курс общей физики. Т. I.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА

1. ВВЕДЕНИЕ

Явление механического резонанса заключается в резком возрастании амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающих колебаний ν к частоте собственных колебаний ν_0 . Если затухание мало, то практически можно считать, что амплитуда достигает максимального значения при $\nu = \nu_0$.

Частота собственных колебаний струны зависит от ее натяжения. Если частота вынужденных колебаний остается постоянной, то, изменяя натяжение струны, можно достигнуть такого положения, при котором частота собственных колебаний струны станет равной частоте вынужденных колебаний. При этом амплитуда вынужденных колебаний струны примет максимальное значение.

2. УСТАНОВКА

Прибор для наблюдения механического резонанса имеет следующее устройство (рис. 1).

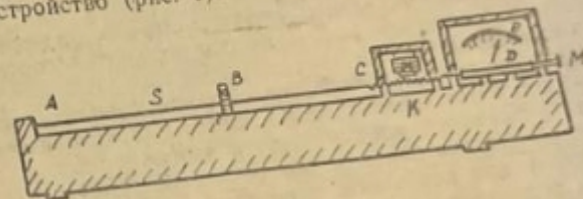


Рис. 1.

Между точками A и C натянута струна S. В точке C она прикреплена к пружине K. Регулировать натяжение струны S можно винтом M. Электромагнит H, питаемый от сети переменного тока с частотой 50 герц, возбуждает колебательные движения пружины и струны. Стрелка D указывает по шкале E на изменение натяжения струны при вращении винта.

Порядок выполнения лабораторной работы № 1 – 3

Начертите таблицы для внесения результатов измерений.

Таблица № 1.

Деления шкалы E	Прямой ход		Обратный ход		Средн. амплитуда.
	Размах B_{1i} мм	Амплитуда $A_{1i}=B_{1i}/2$ мм	Размах B_{2i} мм	Амплитуда $A_{2i}=B_{2i}/2$ мм	$\bar{A}$ мм

1. Включите переключатель на корпусе прибора справа за стрелочным прибором. В начале измерения стрелка прибора должна быть на нуле. С помощью винта (справа на установке) установите стрелку в такое положение, чтобы струна начала колебаться на 1 мм (размах струны). Винт вращать от себя. Струна будет натягиваться и колебаться. С этого момента показания заносите в таблицу № 1. Записывать в графы «Деления шкалы» и «Прямой ход. Размах». Произвести измерение размаха колебаний струны, переводя стрелку на 5 маленьких делений шкалы, а когда размах начнёт резко увеличиваться — через 2 деления. Размах колебаний сначала будет увеличиваться, а затем уменьшаться. Уменьшить до 1 мм . Струна при этом натянута.

Затем винтом уменьшаете значение на приборе, (ослабляете натяжение струны) и устанавливаете значения в соответствии со своими записями в графе «Деления шкалы» при прямом ходе, снизу вверх. Значения в графе «Обратный ход. Размах» заносятся снизу вверх.

2. Измерить диаметр струны D . Значения взять с приложения на установке. Для устранения возможной систематической ошибки диаметр измерен в разных местах. Измерения произведены **6 раз**. Записать в табл. № 2.

Таблица № 2

№ п/п	D_i , мм	ΔD , мм	ΔD^2 , мм ²
	$\bar{D} =$		$\sum_{i=1}^6 \Delta D^2 =$

3. Измерить длину струны. ℓ Длина струны определяется непосредственным измерением от точки A до точки C (до пружины). В качестве погрешности измерения взять величину, равную половине цены деления измерительной линейки.

Обработка результатов измерений.

- 1) Найти оценку истинного значения величины диаметра D струны, т.е. среднее арифметическое значение $\bar{D}$. Рассчитать случайную погрешность $\Delta D_{сл}$ по формуле, с учётом заданной преподавателем доверительной вероятности α .

$$\Delta D_{сл} = t_{\alpha, n} \sqrt{\frac{\sum \Delta D^2}{n(n-1)}}$$

Приборная погрешность микрометра $\Delta D_{приб} = 0.005 \text{ мм}$

- 2) Рассчитать полную погрешность $\Delta D_{полн}$ измерения диаметра D .

$$\Delta D_{полн} = \sqrt{\Delta D_{сл}^2 + \Delta D_{приб}^2}$$

- 3) Записать окончательный результат в виде $D = \bar{D} \pm \Delta D$, с указанием доверительной вероятности α ,

2. Определить напряжение в струне ε для момента резонанса по следующей формуле:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{16v^2 \ell^2 m}{\pi D^2} \quad (1)$$

где: v – частота колебаний (100 ± 1 Гц), ℓ – длина струны, D – диаметр струны,
 m – масса 1 погонного метра струны, $m = (0,58 \pm 0,01)$ г/м $\cdot 10^{-3}$

3. Пользуясь формулой (1), найти доверительную погрешность $\Delta \varepsilon$ по следующей формуле:

$$\Delta \varepsilon = \bar{\varepsilon} \sqrt{\left(\frac{\partial(\ln \varepsilon)}{\partial \ell} \Delta \ell\right)^2 + \left(\frac{\partial(\ln \varepsilon)}{\partial v} \Delta v\right)^2 + \left(\frac{\partial(\ln \varepsilon)}{\partial m} \Delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial(\ln \varepsilon)}{\partial D} \Delta D\right)^2}$$

Записать окончательный результат измерения величины ε в виде $\varepsilon = \bar{\varepsilon} \pm \Delta \varepsilon$

4. По данным таблицы № 1 *построить график*. Причём на оси абсцисс откладывать деления шкалы Е, а на оси ординат – соответствующее значение средней амплитуды. Максимум на этом графике будет соответствовать резонансу. Резонанс будет в тот момент, когда частота собственных колебаний струны S окажется равной частоте вынужденных колебаний, т.е. - удвоенной частоте переменного тока (100 Гц). $\pm 10_1$

Контрольные вопросы л/р № 1 – 3

1. Какие колебания называются вынужденными?
2. Какова частота вынужденных колебаний?
3. Какое явление называется механическим резонансом?
4. Укажите условия возникновения резонанса.
5. Какой график характеризует механический резонанс?
6. По какой формуле рассчитывается в данной работе напряжение в струне в момент резонанса?
7. Путём изменения натяжения струны, при какой частоте достигается явление резонанса?