

Группа: К3120

К работе допущен:

Студент: Скворцов И.В.

Работа выполнена:

Преподаватель: Попов А. С.

Отчет принят:

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе №1.05 Исследование колебаний физического маятника

1. Цель работы.

1. Изучение характеристик затухающих колебаний физического маятника.

2. Задачи.

1. Измерение периода затухающих колебаний.
2. Определение зависимости амплитуды затухающих колебаний физического маятника от времени.
3. Определение зависимости периода колебания от момента инерции физического маятника
4. Определение преобладающего типа трения
5. Определение экспериментальной и теоретической приведенных длин маятника при его разных конфигурациях

3. Объект исследования

Физический маятник и его колебания

4. Метод экспериментального исследования.

Эмпирический лабораторный экспериментальный

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Среднее время колебаний

$$\bar{t} = \frac{1}{3}(t_1 + t_2 + t_3) \quad (1)$$

Средний период колебаний

$$T = \frac{\bar{t}}{N} \quad (2)$$

Циклическая частота затухающих колебания

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

Соотношение циклической частоты затухающих колебаний с циклической частотой собственных колебаний, отсюда циклическая частота собственных колебаний

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \quad (4)$$

$$\omega = \sqrt{\omega^2 + \beta^2} \quad (5)$$

Логарифмический декремент колебаний с коэффициентом затухания и периодом затухающих колебаний

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T \quad (6)$$

6. Измерительные приборы

Таблица 1 — Измерительные приборы.

№ и/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Шкала	Цифровой	$[0; 25]^\circ$	1°
2	Секундомер цифровой	Цифровой	$[0; 3600], \text{с}$	$0.0005, \text{с}$

7. Схема установки

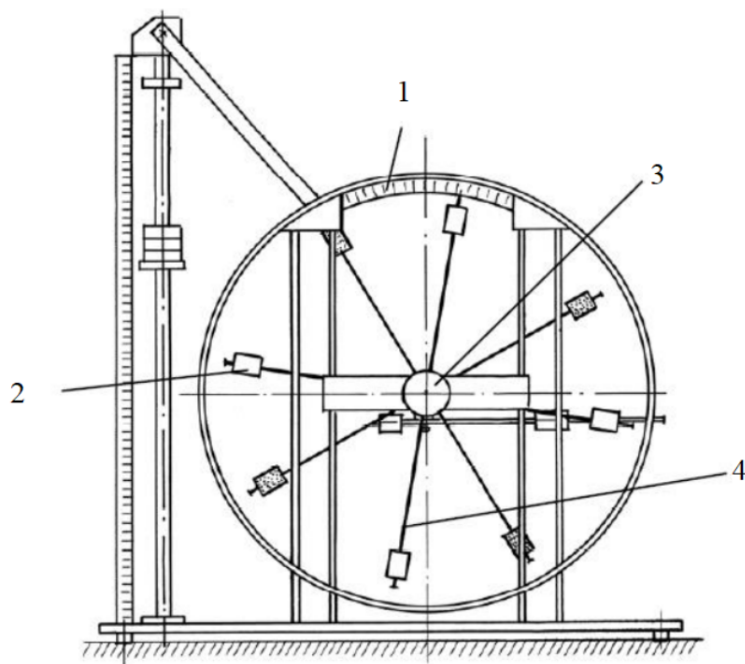


Рисунок 1 — Схема экспериментальной установки

8. Результаты прямых измерений и их обработка.

Угол отклонения	5	10	15	20	25
t_1, c	44.07	91.18	148.73	215.04	300.19
t_2, c	44.35	88.91	146.22	212.49	298.94
t_3, c	41.95	91.08	146.14	214.51	300.93
\bar{t}, c	43.46	90.39	147.03	214.01	299.565

Таблица 2 — Значения времени 10 колебаний в зависимости от угла отклонения

Положение боковых грузов	t_1	t_2	t_3	\bar{t}	T
1 риска	16.81	16.31	16.36	16.49	1.649
2 риска	17.46	17.11	17.31	17.29	1.729
3 риска	18.61	18.46	18.35	18.47	1.847
4 риска	19.85	20.06	20.01	19.97	1.997
5 риска	20.91	21.21	20.96	21.02	2.102
6 риска	22.36	22.35	22.51	22.41	2.241

Таблица 3 — Значение времени 10 колебания и периода колебания в зависимости от положения грузов

9. Расчет результатов косвенных измерений.

1) Из графика зависимости A от t видно, что в нашем случае имеет место быть сухое трение.

2) С помощью метода наименьших квадратов найдем коэффициенты зависимости $A(t) = A_0 + kt$

$$k = -0.08$$

$$A_0 = 27.32^\circ$$

3) Найдем ширину зоны застоя и оценим, через сколько периодов колебания прекратятся.

$$\Delta\varphi_3 = \frac{A_0 - A(NT)}{4N}$$

$$\Delta\varphi_3 = 0.032$$

$$N = \frac{\Delta\varphi - A_0}{kT}$$

$$N = 212,16$$

4) По угловому коэффициенту графика $T^2(I)$ найдем произведение ml

$$ml = \frac{4\pi^2 I}{gT^2} = 0.17$$

5) Рассчитаем l (пр эксп) и l (пр теор), внесем результаты в таблицу 4

Риски	1	2	3	4	5	6
$R_{\text{верх}}, \text{ м}$	0.08					
$R_{\text{ниж}}, \text{ м}$	0.202					
$R_{\text{бок}}, \text{ м}$	0.077	0.102	0.127	0.15	0.18	0.202
$I_{\text{гр}}, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	0.096	0.1102	0.129	0.15	0.18	0.209
$I, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	0.104	0.118	0.137	0.16	0.19	0.217
$l_{\text{пр эксп}}, \text{ м}$	0.68	0.74	0.85	0.99	1.096	1.25
$l_{\text{пр теор}}, \text{ м}$	0.802	0.86	0.93	1.016	1.117	1.228

Таблица 4 — Результаты расчетов косвенных измерений

Пример расчетов:

$$R_{\text{верх}} = l_1 + (n - 1)l_0 + 0.5b = 0.057 + (1 - 1) * 0.025 + 0.5 * 0.04 = 0.077 \text{ м}$$

$$R_{\text{ниж}} = l_1 + (n - 1)l_0 + 0.5b = 0.057 + (6 - 1) * 0.025 + 0.5 * 0.04 = 0.202 \text{ м}$$

$$I_{\text{гр}} = m_{\text{гр}}(R_{\text{верх}}^2 + R_{\text{ниж}}^2 + R_{\text{бок}}^2) =$$

$$1.632(0.077^2 + 0.202^2 + 2 * 0.077^2) = 0.096 \text{ кг*м}^2$$

$$I = I_0 + I_{\text{гр}} = 0.008 + 0.096 = 0.104 \text{ кг*м}^2$$

$$l_{\text{пр эксп}} = \frac{T^2 * g}{4\pi^2} = \frac{1.649^2 * 9.8}{4\pi^2} = 0.68 \text{ м}$$

$$l_{\text{пр эксп}} = l_{\text{теор}} + \frac{I}{m_{\text{гр}} * l_{\text{теор}}} = 0.104 + \frac{0.104}{4 * 0.408 * 0.104} = 0.802 \text{ м}$$

10. Графики

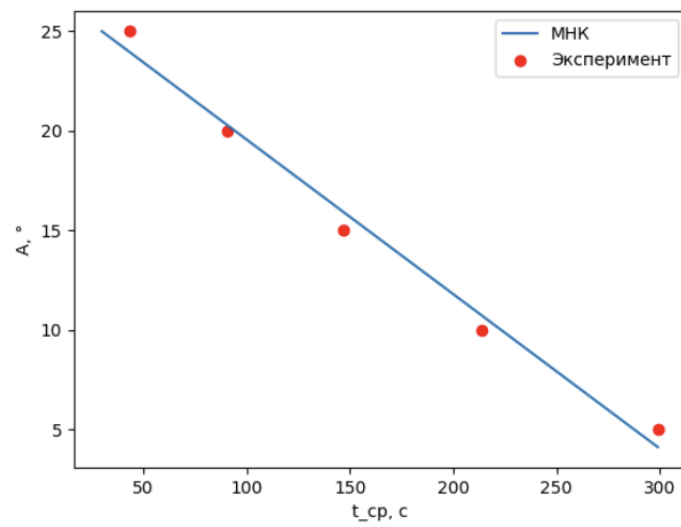


Рисунок 2 — График зависимости $A(t)$

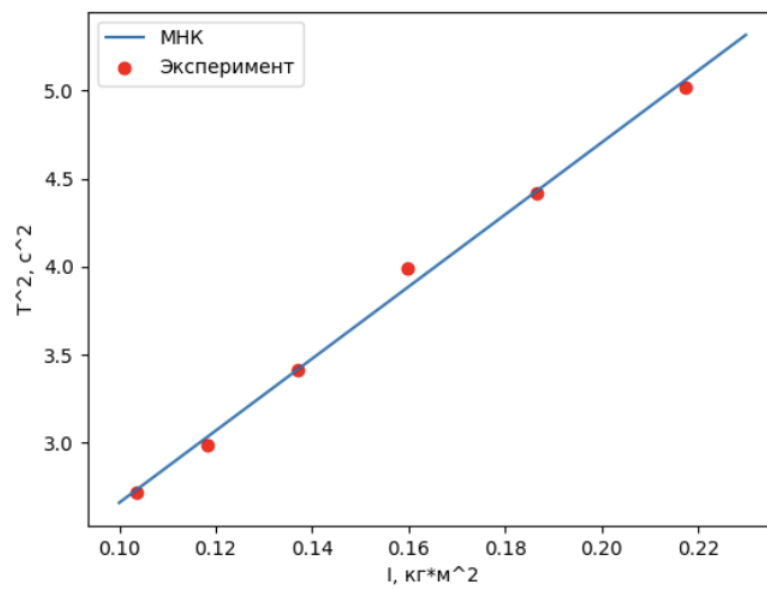


Рисунок 3 — График зависимости $T^2(I)$

11. Окончательные результаты

Риски	1	2	3	4	5	6
$l_{\text{пр эксп, м}}$	0.68	0.74	0.85	0.99	1.097	1.25
$l_{\text{пр теор, м}}$	0.802	0.86	0.928	1.016	1.117	1.228

Таблица 5 — Результаты расчетов $l_{\text{пр эксп}}$ и $l_{\text{пр теор}}$

12. Выводы и анализ результатов работы

В данной лабораторной работе мы исследовали характеристики затухающих колебаний физического маятника. В ходе обработки результатов было определено, что в рассматриваемом эксперименте преобладает сухое трение. Кроме того, были посчитаны величины $l_{\text{пр эксп}}$ и $l_{\text{пр теор}}$, которые оказались примерно равны.