

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра физики

Отчет

по лабораторной работе № 3

Определение момента инерции при помощи  
крутильного маятника

Выполнил ст. группы  
Амосов С.А.  
(Ф.И.О.)

Преподаватель  
Фофанов А.А.  
(Ф.И.О.)

	Дата	Роспись
Допуск		
Отчет		

Кемерово 2023

**1. Цель работы:** освоение метода экспериментального определения момента инерции тела при помощи крутильных колебаний.

**2. Приборы и принадлежности:** стандартный крутильный маятник FPM-05, линейка, эталонное тело.

**3. Описание и схема лабораторной установки:**

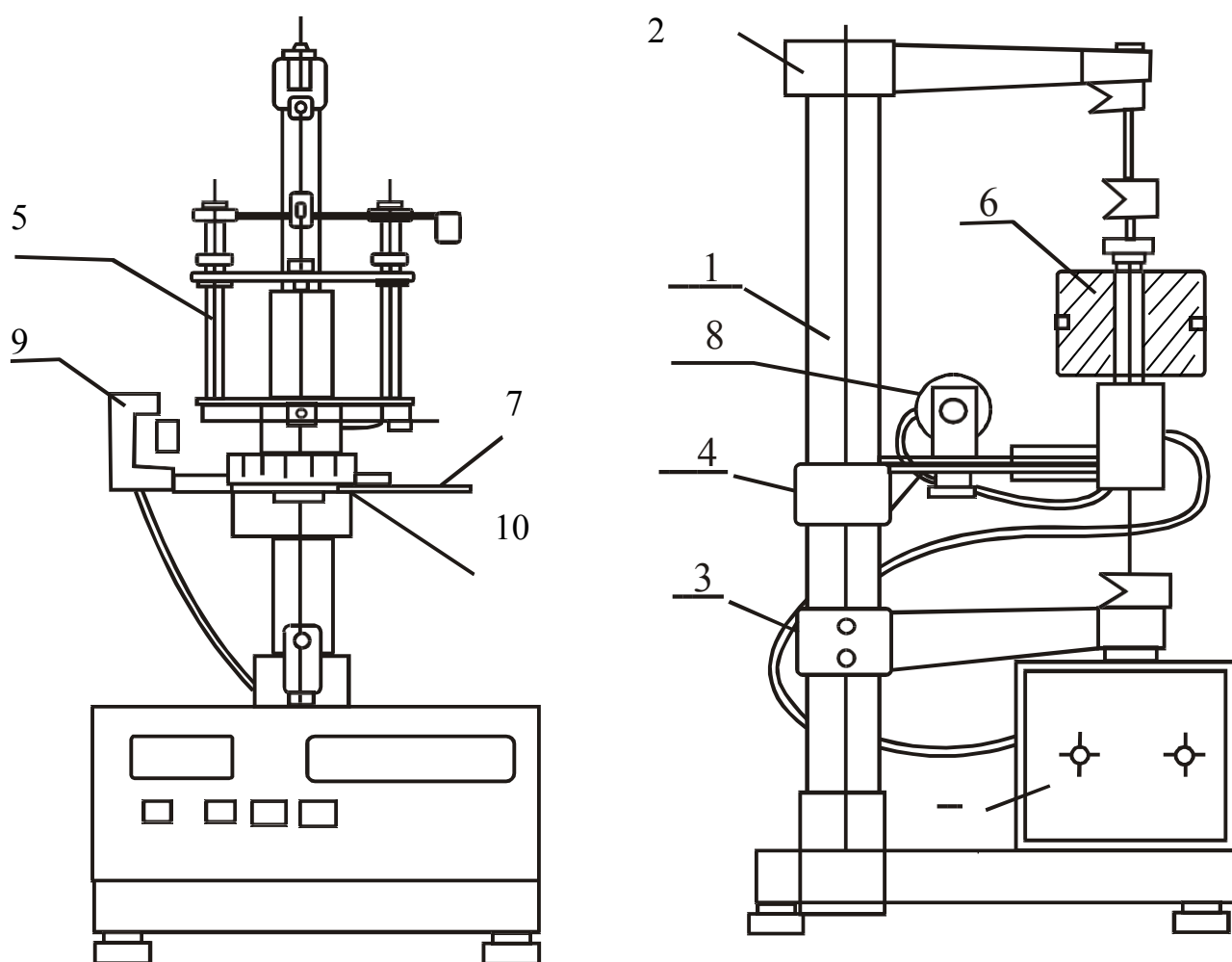


Рис. 1. Крутильный маятник:  
1 – колонка; 2, 3, 4 – кронштейны; 5 –  
рамка; 6 – груз;

7 – стальная плита; 8 – электромагнит; 9 – фотоэлектрический датчик; 10 – угловая шкала; 11 – миллисекундомер со счетчиком и кнопками управления.

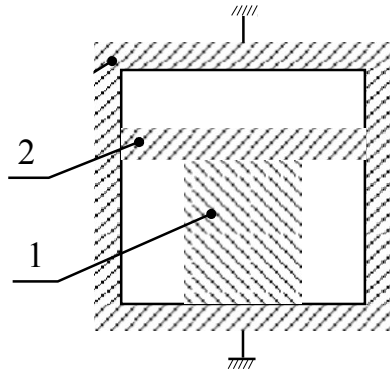


Рис. 2. Рамка крутильного маятника:

1 – тело, момент инерции которого определяется; 2 – подвижная балка.

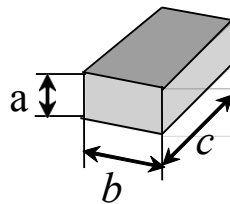


Рис. 3. Геометрическая форма исследуемых тел

$a$  – высота эталонного тела,  $b$  – ширина эталонного тела,  $c$  – длина эталонного тела.

#### 4. Основные расчетные формулы:

1. Период крутильных колебаний:

$$T = \frac{t}{N}$$

где  $T$  – Период крутильных колебаний;  $t$  – время колебаний;  $N$  – число колебаний ( $N = 10$ ).

2. Модуль кручения:

$$K = 4\pi^2 \frac{J_1}{T_1^2 - T_0^2}$$

где  $K$  – модуль кручения – коэффициент, определяемый упругими свойствами проволоки;  $J_1$  – Момент инерции эталонного тела  $J_1 = 4,08 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  $T_1$  – период колебаний рамки с эталонным телом;  $T_0$  – периоды колебаний ненагруженной рамки.

3. Момент инерции ненагруженной рамки равен:

$$J_0 = J_1 \frac{T^2}{T_1^2 - T_0^2},$$

где ;  $J_1$  – Момент инерции эталонного тела  $J_1 = 4,08 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ;  $T_1$  – период колебаний рамки с эталонным телом;  $T_0$  – периоды колебаний ненагруженной рамки;  $T$  – период колебаний рамки;  $J_0$  – момент инерции ненагруженной рамки.

4. Период колебаний рамки:

$$T = \frac{2\pi}{\omega},$$

где  $T$  – период колебаний рамки;  $\omega$  – циклическая частота колебаний.

5. Циклическая частота колебаний:

$$\omega = \frac{N}{t},$$

где  $\omega$  – циклическая частота колебаний;  $N$  – число колебаний ( $N = 10$ );  $t$  – время колебаний.

6. Теоретическое значение момента инерции параллелепипеда со сторонами  $a, b, c$  относительно оси  $a, b, c$  проходящей через центр масс:

$$J_a = m \frac{b^2 + c^2}{12},$$
$$J_b = m \frac{a^2 + c^2}{12}$$
$$J_c = m \frac{a^2 + b^2}{12}$$

где  $J_a, J_b, J_c$  – Теоретическое значение момента инерции параллелепипеда со сторонами  $a, b, c$  относительно оси  $a, b, c$  проходящей через центр масс;  $m$  – масса тела;  $a, b, c$  – стороны параллелепипеда.

7. Момент инерции закрепленного в рамке тела:

$$J_T = \frac{K T^2}{4 \pi^2} - J_0,$$

где  $J_T$  – момент инерции закрепленного в ней тела;  $K$  – модуль кручения – коэффициент, определяемый упругими свойствами проволоки;  $T$  – период колебаний рамки;  $J_0$  – момент инерции ненагруженной рамки.

8. Расхождение теоретических и экспериментальных значений:

$$\varepsilon = \frac{[J - J_T]}{J_T} \cdot 100\%,$$

где  $E_{\square}$  – расхождение теоретических и экспериментальных значений;  $J_T$  – теоретические значения инерции;  $J$  – экспериментальное значение.

## 5. Таблицы

Таблица 1

№ п/п	$t_{0i}$	$N$	$T_{0i}$	$T_0$	$t_{1i}$	$T_{1i}$	$T_1$	К	$J_0$
	с		с	с	с	с	с		
								кг·м <sup>2</sup> / с <sup>2</sup>	кг·м <sup>2</sup>
1		10							
2									
3									
4									
5									

Расчет коэффициента К и момента инерции  
ненагруженной рамки  $J_0$

где  $t_{0i}$  – время колебаний ненагруженной рамки;  $N$  – число колебаний ( $N = 10$ );  $T_{0i}$  – период крутильных колебаний ненагруженной рамки;  $\langle T_0 \rangle$  – среднее значение периода крутильных колеба

ний ненагруженной рамки;  $t_{li}$  - время колебаний рамки с эталонным телом;  $T_{li}$  - период крутильных колебаний рамки с эталонным телом;  $\langle T_1 \rangle$  - среднее значение периода крутильных колебаний рамки с эталонным телом;  $J_0$  - момент инерции ненагруженной рамки;  $K$  – модуль кручения – коэффициент, определяемый упругими свойствами проволоки.

**Таблица 2**

Расчет моментов инерции параллелепипеда относительно осей, параллельных ребрам  $a, b, c$

№	$J_a =$	$J_b =$	$J_c =$
П / П			

	кг · м <sup>2</sup>				кг · м <sup>2</sup>				кг · м <sup>2</sup>			
	$t$	$N$	$T$	$T_a$	$t$	$N$	$T$	$T_b$	$t$	$N$	$T$	$T_c$
	$a_i$		$a_i$		$b_i$		$b_i$		$c_i$		$c_i$	
	$c$		$c$	$c$	$c$		$c$	$c$	$c$		$c$	$c$
1	<	>			<	>			<	>		
2												
3		1				1				1		
4		0				0				0		
5												

где  $J_a, J_b, J_c$  - теоретическое значение момента инерции параллелепипеда со сторонами  $a, b, c$  относительно оси  $a, b, c$  проходящей через центр масс;  $t_{a_i}, t_{b_i}, t_{c_i}$  - время колебаний относительно оси  $a, b, c$ ;  $N$  - число колебаний ( $N = 10$ );  $T_{a_i}, T_{b_i}, T_{c_i}$  - период колебания относительно оси  $a, b, c$ ;  $\langle T_a \rangle, \langle T_b \rangle, \langle T_c \rangle$  - среднее значение периода колебаний относительно оси  $a, b, c$ .



## ***6. Примеры расчетов.***

## ***7. Вывод***