

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»  
(ННГУ)

**Высшая школа общей и прикладной физики**

**Отчет по лабораторной работе № 116**

**«Маховое колесо»**

**Выполнил:**

студент 1 курса ВШ ОПФ

Тарханов Андрей Алексеевич

Нижний Новгород

2023

## Практическая часть

1. Измерим моменты инерции методом вращения, используя грузы массой 500г и 200г и формулы (6, 11). Данные занесем в таблицу 1:

m,г	N	h,см	r,см	t,с	n <sub>2</sub>	I, 10 <sup>6</sup> г*см <sup>2</sup>	I <sub>ср</sub> , 10 <sup>6</sup> г*см <sup>2</sup>	I,10 <sup>6</sup> г*см <sup>2</sup>
500	1	134	3,7	15,2	133	5,64	5,72	5,55
	2			15,6	133	5,95		
	3			15,1	138	5,58		
200	1	142		24,2	45	5,26	5,38	
	2			25,2	49	5,38		
	3			24,4	50	5,51		

$$I_{\text{системы}} = (m(gt^2 - 2h)r^2n_2) / (2h(n_2 + n_1)), \text{ где } n_1 = h / (2\pi r)$$

рассчитаем I<sub>доп</sub> = I<sub>оси</sub> + I<sub>утолщения</sub> + I<sub>шкива</sub>

Момент инерции цилиндра:  $I_{\text{доп}} = \frac{\pi \rho R^4 h}{2}$ . Ось, утолщение и шкив представляют собой цилиндры со следующими характеристиками: R=0,9 см, h=7,4 см; R=1,15 см, h=17 см; R=3,7 см, h=3,4 см ( $\rho=7,8 \text{ г/см}^3$ )

$$\text{Получаем, что } I_{\text{доп}} = 0,008 * 10^6 \text{ г} * \text{см}^2$$

$$\text{Тогда } I_k \approx 5.55 * 10^6 \text{ г} * \text{см}^2$$

Рассчитаем погрешность в измерении момента инерции колеса:

$$\Delta h = 0.1 \text{ см}; \Delta r = 0.005 \text{ см}; \Delta m = 0.5 \text{ г}; \Delta t = 0.2 \text{ с};$$

$$I_k = 5.66 * 10^6 \text{ г} * \text{см}^2;$$

$$\delta I = I_k(\Delta m/m + 2\Delta h/h + 2\Delta r/r + 2\Delta t/t);$$

$$\delta I \approx 0,15 * 10^6 \text{ г} * \text{см}^2$$

2. Измерим моменты инерции колеса методом колебаний (используя формулы 19-21). Отклонять колесо с грузом от положения равновесия будем не более, чем на  $15^\circ$ .

m, г	N	n	R <sub>доп</sub> , см	L, см	t, с	I, $10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$	$\underline{I}, 10^6 \text{ г} \cdot \text{с} / \text{м}^2$	I <sub>доп</sub> , $10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$	I <sub>к</sub> , $10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$
1900	1	15	5	23,8	25,1	7,07	7,11	1,10	6,01
	2				25,3	7,19			
	3				25,1	7,07			
1450	1		3,5		29,2	7,31	7,28	0,83	6,45
	2				29,2	7,31			
	3				29,0	7,21			

$$I_{\text{системы}} = (mgLT^2)/(4\pi^2),$$

$$T = t/n,$$

$$I_{\text{доп}} = (mR_{\text{доп}}^2)/2 + mL^2,$$

$$\text{Тогда } I_k = I_{\text{системы}} - I_{\text{доп1}} - I_{\text{доп}},$$

$I_k \approx 6.01 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$ ,  $I_k \approx 6.45 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$ , Получим среднее значение для момента инерции колеса  $I_k = 6,23 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$

Рассчитаем погрешность:

$$\Delta L = 0.1 \text{ см}; \Delta T = 0.2 \text{ с}; \Delta m = 0.1 \text{ г};$$

$$\delta I = I_k(\Delta L/L + 2\Delta T/T + \Delta m/m);$$

$$\delta I \approx 0,97 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2$$

3. Оценим вклад обода и спиц колеса в его момент инерции

$$I_{\text{обода}} = \frac{\pi \rho h (r_{\text{внеш}}^4 - r_{\text{внутр}}^4)}{2} \quad I_{\text{спиц}} = \frac{\pi \rho r^2 L^3}{12}$$

$$I_{\text{обода}} \approx 6,14 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2, \quad I_{\text{спиц}} \approx 0,2 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2,$$

$$I_k = I_{\text{обода}} + I_{\text{спиц}} \approx 6,18 \cdot 10^6 \text{ г} \cdot \text{см}^2.$$

Такая большая погрешность во втором методе связана с существенным вкладом в систему дополнительных элементов, из-за которых увеличивается абсолютная погрешность. Так же большое влияние оказывает трение в осях и очень быстрое затухание

колебаний. Ось и груз на нити в первом методе оказывали гораздо меньшее влияние на движение системы.

**Вывод:**

Определен момент инерции махового колеса. Результат, полученный колебательным методом, более близок к теоретическому, чем результат, полученный методом вращения. Однако погрешность в определении момента инерции значительно больше у метода колебаний. Это может объясняться быстрым затуханием колебаний, трением в оси махового колеса. Разница в полученных разными методами значениях может заключаться в недостаточно справедливой гипотезе относительно метода вращения – о пропорциональности работы силы трения и количества оборотов махового колеса на всем времени проведения эксперимента, кроме того, при достаточно быстром вращении колеса не учитывалось сопротивление воздуха.