

Группа Р3221

К работе допущен _____

Студент Фам Данг Чунг Нгиа

Работа выполнена _____

Преподаватель Коробков М. П.

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №1.13

Изучение прецессии гироскопа

1, Цель работы

1. Наблюдение прецессии гироскопа.
2. Экспериментальное подтверждение линейно зависимости периода прецессии гироскопа от частоты вращения гироскопа во круг оси симметрии.
3. Экспериментальное определение момента инерции гироскопа.

2, Задачи

1. Измерить период прецессии гироскопа.
2. Измерить частоту вращения гироскопа вокруг своей оси.
3. Рассчитать момент инерции гироскопа относительно оси вращения используя данные полученные в ходе эксперимента. Сравнить полученный результат с моментом инерции гироскопа, рассчитанным теоретически.

3, Объект исследования

Момент инерции гироскопа.

4, Метод экспериментального исследования

Многократные косвенные измерения.

5, Рабочие формулы и исходные данные

5.1) Период прецессии гироскопа:

$$T' = \frac{2\pi}{Fl} I \omega = \frac{2\pi}{mgl} I \omega$$

где T' - период прецессии,

$F = mg$ - сила тяжести груза,

l - плечё силы F ,

I - момент инерции гироскопа относительно оси вращения,

ω - угловая скорость гироскопа

5.2) Исходные данные:

Объект	Обозначение	Единица измерения	Величина
Масса маховика	m	кг	1,5
Радиус маховика	R	см	12,5
Плечо силы	l	см	22,5
Масса держателя грузов	m_0	г	4,1
Масса 1-го груза	m_1	г	10,0

6, Измерительные приборы

№	Наименование	Предел измерений	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Электронный секундомер	60 мин	0 - 10 с	0,005 с
2	Цифровой тахометр	10000 об/мин	0 - 600 об/мин	0,05 об/мин
3	Весы	3000 г	0 – 20 г	0,1 г

7, Схема установки



1. Гироскоп
2. Грузы
3. Стартерной нить
4. Электронный динамометр
5. Ветошь, используемая для торможения маховика гироскопа.

8. Таблицы измерение

Таблица 1: Измерение зависимости периода прецессии от частоты вращения маховика гироскопа

m, г	ω_1 , об/мин	ω_2 , об/мин	ω_{cp} , об/мин	ω_{cp} , rad/c	T_{np} , с
$m_0 + m_1 = 14,1$	438,7	427,8	433,3	45,3	70,14
	462,6	425,4	444,0	46,5	73,30
	501,2	465,9	483,6	50,6	77,80
	386,4	350,2	368,3	38,5	61,60
	380,5	358,4	369,5	38,7	60,52
$m_0 + 2m_1 = 24,1$	507,9	483,5	495,7	51,9	54,00
	396,8	378,9	387,9	40,6	40,20
	480,3	455,0	467,7	48,9	48,90
	396,1	366,6	381,4	39,9	39,05
	478,8	442,7	460,8	48,2	48,09
$m_0 + 3m_1 = 34,1$	459,5	417,1	438,3	45,9	35,10
	420,2	396,9	408,6	42,8	33,00
	419,9	399,1	409,5	42,9	34,10
	395,4	357,2	376,3	39,4	31,02
	411,8	383,1	397,5	41,6	32,16

$$\omega_{cp} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{438,7 + 427,8}{2} = 433,3 \text{ об/мин}$$

9. Расчет результатов косвенных измерений

$$T' = \frac{2\pi}{mgl} I\omega = A\omega, \quad (A = \frac{2\pi}{mgl})$$

- При $m = m_0 + m_1$:

$$A_1 = \frac{\sum_{i=1}^5 \omega_{cpi} \cdot T_{npi}}{\sum_{i=1}^5 \omega_{cpi}^2} = 1,5616 \text{ c}^2$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (T_{npi} - A\omega_{cpi})^2}{\sum_{i=1}^5 (5-1)\omega_{cpi}^2}} = 0,0107 \text{ c}^2$$

Для доверительной вероятности $\alpha = 0,90$.

$$\Delta A = 2\sigma_A = 0,0214 \text{ c}^2$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\% = 1,37 \%$$

- При $m = m_0 + 2m_1$:

$$A_2 = \frac{\sum_{i=1}^5 \omega_{cpi} \cdot T_{npi}}{\sum_{i=1}^5 \omega_{cpi}^2} = 1,0047 \text{ c}^2$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (T_{npi} - A\omega_{cpi})^2}{\sum_{i=1}^5 (5-1)\omega_{cpi}^2}} = 0,0110 \text{ c}^2$$

Для доверительной вероятности $\alpha = 0,90$.

$$\Delta A = 2\sigma_A = 0,0220 \text{ c}^2$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\% = 2,19 \%$$

- При $m = m_0 + 3m_1$:

$$A_3 = \frac{\sum_{i=1}^5 \omega_{cpi} \cdot T_{npi}}{\sum_{i=1}^5 \omega_{cpi}^2} = 0,7780 \text{ c}^2$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (T_{npi} - A\omega_{cpi})^2}{\sum_{i=1}^5 (5-1)\omega_{cpi}^2}} = 0,0057 \text{ c}^2$$

Для доверительной вероятности $\alpha = 0,90$.

$$\Delta A = 2\sigma_A = 0,0114 \text{ c}^2$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100\% = 1,47 \%$$

Таблица 2: Теоретическое и экспериментальное значения момента инерции маховика гироскопа

$I_{\text{теор}} = \frac{mR^2}{2}, \text{ кг.см}^2$	117,1875
$I_{\text{эксп 1}} = \frac{A_1(m_0+m_1)gl}{2\pi}, \text{ кг.см}^2$	99,0835
$I_{\text{эксп 2}} = \frac{A_2(m_0+2m_1)gl}{2\pi}, \text{ кг.см}^2$	108,9597
$I_{\text{эксп 3}} = \frac{A_3(m_0+3m_1)gl}{2\pi}, \text{ кг.см}^2$	114,1098
$I_{\text{эксп среднее}} = \frac{I_{\text{эксп 1}} + I_{\text{эксп 2}} + I_{\text{эксп 3}}}{3}, \text{ кг.см}^2$	107,3843

10. Расчет погрешностей измерений

Абсолютная погрешность:

$$\Delta I_{\text{абс}} = |I_{\text{теор}} - I_{\text{эксп среднее}}| = 9,8032 \text{ кг.см}^2$$

Относительная погрешность:

$$\delta = \frac{\Delta I_{\text{абс}}}{I_{\text{теор}}} \times 100\% = 8,4 \%$$

11. Графики

График 1. График экспериментальной и линейной зависимостей периода прецессии гироскопа от частоты вращения его маховика при $m = m_0 + m_1$

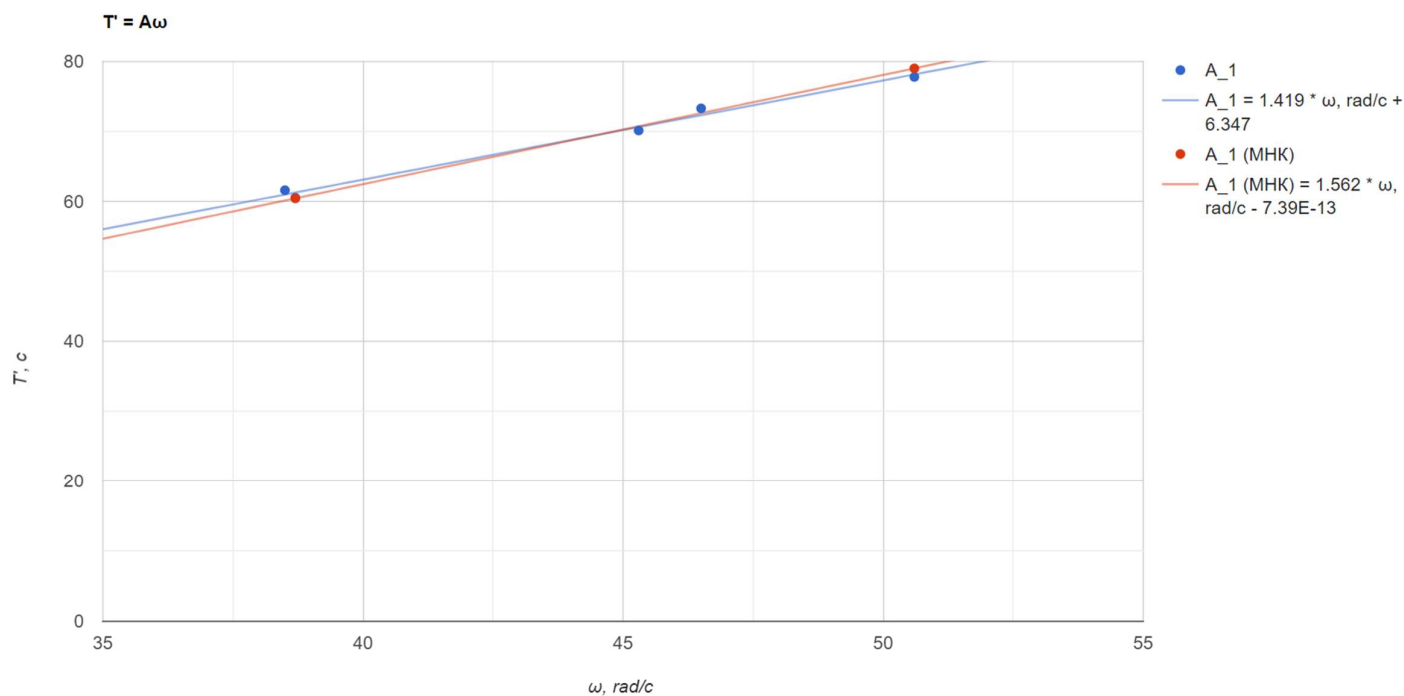


График 2. График экспериментальной и линейной зависимостей периода прецессии гироскопа от частоты вращения его маховика при $m = m_0 + 2m_1$

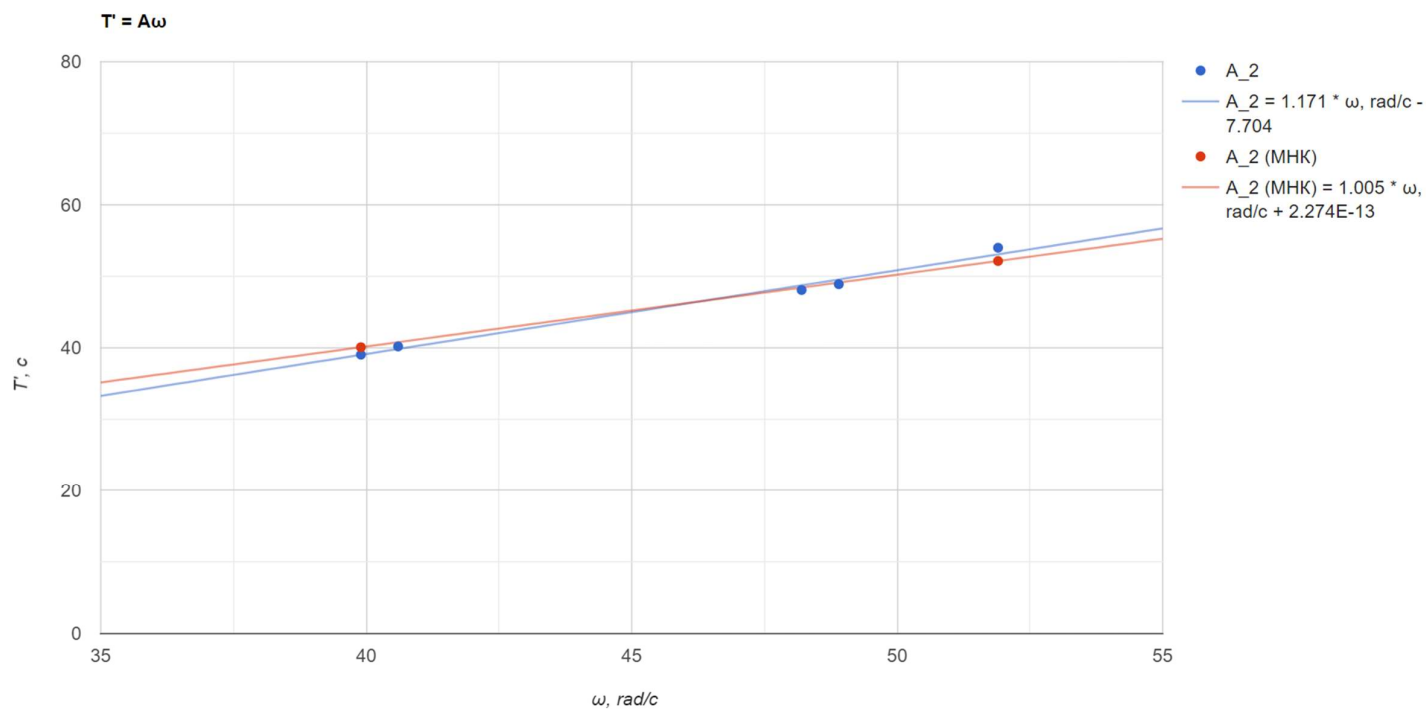
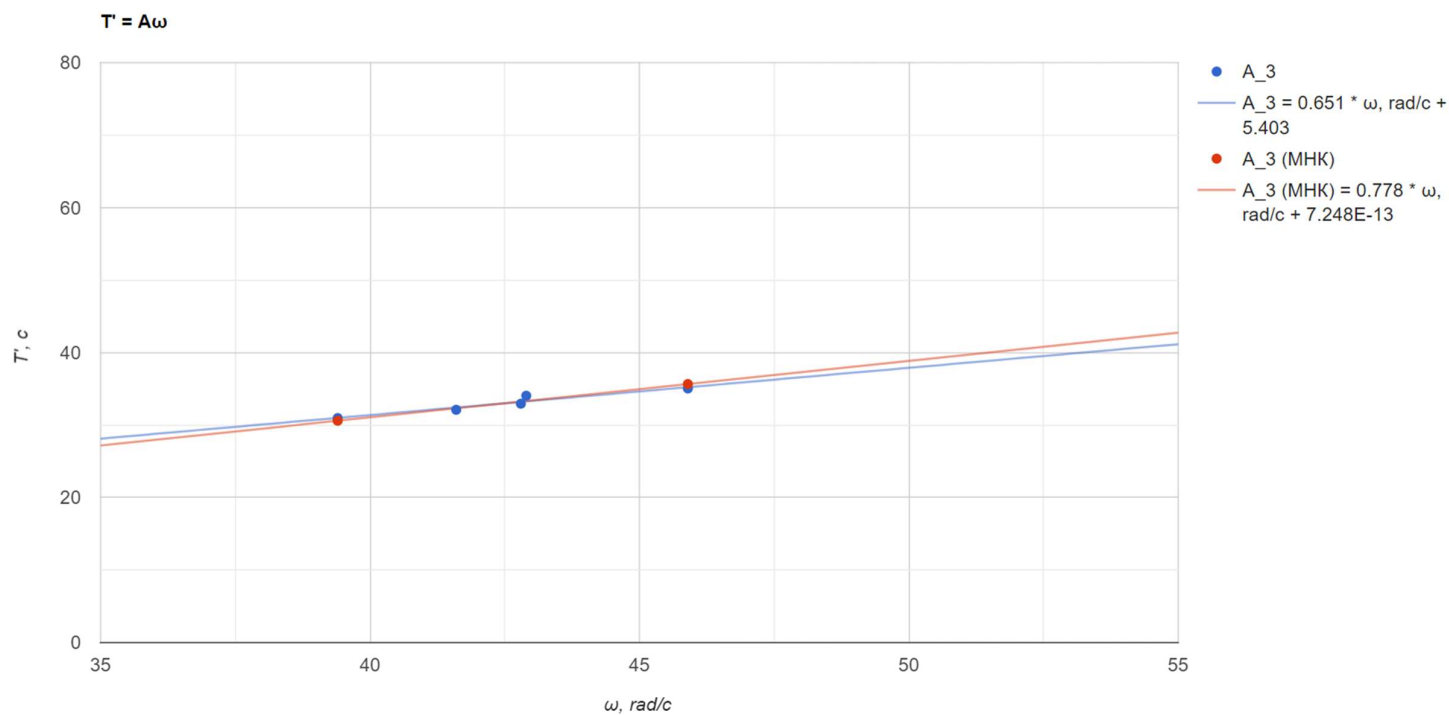


График 3. График экспериментальной и линейной зависимостей периода прецессии гироскопа от частоты вращения его маховика при $m = m_0 + 3m_1$



12. Окончательные результаты

$$I = (107,38 \pm 9,80) \text{ кг.см}^2; \delta = 8,4 \%; \alpha = 0,90.$$

13. Выводы и анализ результатов работы

В ходе выполнения эксперимента были достигнуты основные цели исследования. Были проведены многократные измерения периода прецессии гироскопа и частоты его вращения вокруг оси симметрии. На основе полученных данных удалось рассчитать момент инерции гироскопа экспериментальным способом и сравнить его с теоретическим значением. Однако выявленная относительная погрешность, составляющая 23.01%, указывает на возможные источники ошибок в эксперименте, такие как трение, неточность измерительных приборов или предположения в теоретической модели. Тем не менее, эксперимент подтвердил линейную зависимость периода прецессии от частоты вращения, что соответствует теоретическим ожиданиям.