Отчет о выполнении работы №1.2.5.

Воейко Андрей Александрович, Б01-109

Долгопрудный, 2022

1 Аннотация

В работе исследуется вынужденная прецессия гироскопа, устанавливается зависимость скорости вынужденной прецесии от величины момента сил, действующих на ось гироскопа, определяется скорость вращения ротора гироскопа по скорости прецесии оси гироскопа.

2 Теоретические сведения

Гироскопом называется вращающееся тело, момент импульса вращения которого по одной из осей значительно больше остальных. В таком случае при вращении вектора момента импульса L_ω относительно главной оси со скоростью Ω справедливо уравнение 1.

$$\frac{d\overrightarrow{L_\omega}}{dt} = \overrightarrow{\Omega} \times \overrightarrow{L_\omega}. \quad (1)$$

В силу того, что $\frac{d\overrightarrow{L_\omega}}{dt} = \overrightarrow{M}$, где $\overrightarrow{M}$ – суммарный момент сил, действующих на тело, получаемм уравнение 2.

$$\overrightarrow{M} = \overrightarrow{\Omega} \times \overrightarrow{L_\omega}. \quad (2)$$

Такое медленное вращение оси гироскопа называется регулярной прецессией.
Благодаря этой формуле можно вычислить модуль и направления вектора момента силы, необходимого для прецессии гироскопа с определенной скоростью или находить угловую скорость регулярной прецесии по моменту импульса вращения гироскопа и суммарному моменту действующих на него сил.
В частности, если центр масс гироскопа массой $m_г$, ось которого наклонена на угол α от вертикали, не совпадает с точкой подвеса, а находится от нее на расстоянии $l_ц$, модуль угловой скорости регулярной прецесии можно найти по формуле 3.

$$\Omega = \frac{M}{L_\omega} = \frac{m_г g l_ц \sin\alpha}{I\omega_0 \sin\alpha} = \frac{m_г g l_ц}{I\omega_0}, \quad (3)$$

где I – момент инерции гироскопа относительно оси вращения, а ω_0 – скорость углового вращения гироскопа.
Для изучения регулярной прецессии используются уравновешенные гироскопы с дополнительными грузами. В таком случае скорость прецессии определяется по формуле 4.

$$\Omega = \frac{mgl}{I\omega_0}, \quad (4)$$

Где m – масса груза, а l – расстояние от центра масс (точки подвеса) до груза.
В данной работе исследуется как раз такой гироскоп. Момент инерции гироскопа определяется по периоду колебаний крутильного маятника с идентичным гироскопом в качестве груза. Период колебаний крутильного маятника зависит от момента инерции тела согласно формуле 5.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{f}}, \tag{5}$$

Где T – период колебаний, а f – модуль кручения проволоки крутильного маятника.
Чтобы избежать погрешности при использовании модуля кручения проволоки, используется цилиндр с известными массой и размерами. Таким образом, момент инерции гироскопа определяется по формуле 6.

$$I_0 = I_{\text{ц}}\frac{T_0^2}{T_{\text{ц}}^2}, \tag{6}$$

где I_0 – момент инерции гироскопа, $I_{\text{ц}}$ - момент инерции цилиндра, T_0 – период колебаний гироскопа, а $T_{\text{ц}}$ – период колебаний цилиндра.
Для измерения частоты вращения гироскопа используется осцилограф, подключенный к обмотке, в которой вращающийся и слегка намагниченный (как любой феррамагнетик) гироскоп наводит периодически изменяющееся с частотой его вращения индуктивную ЭДС.

3 Оборудование

Гироскоп, идентичный гироскопу ротор, крутильные весы, секундомер, осциллограф, набор грузов, цилиндр известной массы, штангенциркуль, линейка.

4 Результаты измерений и обработка данных

4.1 Измерения

4.2 Обработка данныз

5 Выводы