Министерство образования РФ

Рязанская государственная радиотехническая академия

Кафедра ОиЭФ

Контрольная работа

«ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАЯТНИКА МАКСВЕЛЛА»

## Выполнил ст. гр. 731

Пантюшин И.А.

### Проверил

#### Рязань 2007г.

Цель работы: Изучение законов вращательного движения, экспериментальное определение моментов инерции сменных колец с помощью маятника Максвелла.

Приборы и принадлежности: установка с маятником Максвелла со встроенным миллисекундомером, набор сменных колец.

# Элементы теории

Прибор с маятником Максвелла (и встроенным миллисекундомером) используется для изучения законов вращательного движения. По данным, которые снимаются с прибора, можно определить моменты инерции вращающихся (на установке) тел. На вертикальной стойке основания (с нанесённой на ней миллиметровой шкалой) крепятся два кронштейна. Верхний кронштейн электромагнитом и устройством регулировки бифилярного подвеса (на котором крепиться сам маятник). С помощью электромагнитов маятник со сменными кольцами фиксируется в верхнем исходом положении.

В нижний кронштейн вмонтирован фотоэлектрический датчик. Данный фотодатчик связан с миллисекундометром. Сам нижний кронштейн подвижен.

Введём условные обозначения: m1 - масса стержня с насаженным на него диском; d - диаметр стержня; D1, D2 - внутренний и внешний диаметры сменных колец соответственно; J1 - момент инерции стержня с диском относительно оси О; J -момент инерции сменного кольца относительно той же оси; mΣ - суммарная масса маятника со сменным кольцом; JΣ - суммарный момент инерции маятника со сменным кольцом относительно оси О.

Когда маятник находиться в верхнем положении, он обладает потенциальной энергией.

1)



При движении маятника происходит преобразование энергии в кинетическую. Кинетическую энергию маятника, когда он находиться в нижнем положении можно записать так.

2)



Где V2 - поступательная скорость движения центра маятника; ω - угловая скорость вращения маятника.

Учитывая закон сохранения энергии

3)



При , получим:



4)



Если маятник опустился на расстояние h за время t, то исходя из кинематических соотношений для равноускоренного движения можно записать следующую формулу.

5)



Выразим JΣ из (4) и (5).

6)



Учтя JΣ = J1 + J2 , формулу (6) можно записать так.

7)



Таким образом, измеряя t, h и J1, можно найти момент инерции Jсменного кольца.

# Расчётная часть

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m2, кг | № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | , с |
| 0,20 | t1, с | 2,18 | 2,11 | 2,12 | 2,11 | 2,16 | 2,09 | 2,05 | 2,06 | 2,33 | 2,38 | 2,16 |
| 0,31 | t2, с | 2,27 | 2,48 | 2,28 | 2,50 | 2,29 | 2,37 | 2,39 | 2,32 | 2,33 | 2,53 | 2,38 |
| 0,41 | t3, с | 2,48 | 2,45 | 2,35 | 2,33 | 2,31 | 2,52 | 2,37 | 2,52 | 2,34 | 2,51 | 2,42 |

Для удобства введём обозначение i – ой величины, для вычисления некоторых величин для i – ого кольца.

Сняв измерения с установки, имеем значения следующих величин:

D1 = 9×10-2 м.; D2 = 13×10-2 м.; (длина хода маятника) h = 0,34 м. при данной погрешности Δh = 2×10-3 м.;

m1 = 0,134 кг.; ΔmΣ = 10-3 кг.; d = 10-2 м.; J1 = (1,1 ± 0,1)×10-4 кг×м2.; Δtсист = 5×10-3 с.;

действительные значения времени соответственно серии замеров для каждого из колец (занесены в таблицу).



Найдём погрешность измерения времени (Δt).

При где tс = 2,26



= 0,08 с.



= 0,07 с.



= 0,06 с.



Представим Δtсл, как действительное значение и найдём его по данной формуле от Δt1сл, Δt2сл и Δt3сл.



с.; с.;



Далее вычислим моменты инерции J каждого из сменных колец по формуле (7).



кг×м2.



кг×м2.



кг×м2.



Оценим погрешность найденных значений Ji, используя следующую формулу.

при ΔJ1 = 10-5 кг×м2.



Учтём, что



Где JΣ вычисляется по формуле (6). Учтём, что



при c – цена деления прибора которым измерялась величина d.



ΔJ1 = ΔJ0 (для погрешности момента инерции маятника без кольца)



= 1,12×10-5 кг×м2.



= 1,26×10-5 кг×м2.



= 1,38×10-5 кг×м2.



Теперь рассчитаем моменты инерции сменных колец по следующей формуле.



кг×м2.



кг×м2.



кг×м2.



Вычислим для каждого кольца погрешность моментов инерции (Jiтеор), найденные по предидущей формуле.

При .



кг×м2.



кг×м2.



кг×м2.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| m2, кг | Jэксп,кг×м2 | Jтеор,кг×м2 |
| 0,2 | 4,44×10-4 ± 1,12×10-5 | 6,25×10-4 ± 1,87×10-6 |
| 0,31 | 7,84×10-4 ± 1,26×10-5 | 9,69×10-4 ± 2,18×10-6 |
| 0,41 | 1,02×10-3 ± 1,38×10-5 | 1,28×10-3 ± 2,35×10-6 |