|  |  |
| --- | --- |
| Группа М3209 | К работе допущен 07.10.2024 |
| Студенты: Клименко А.А., Кузнецова А.А. | Работа выполнена |
| Преподаватель Писарева Ю. И. | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по  
лабораторной работе №1.04**

Исследование равноускоренного вращательного движения (маятник Обербека)

**1. Цель работы.**

1. Проверка основного закона динамики вращения.
2. Проверка зависимости момента инерции от положения масс относительно оси вращения.

**2. Задачи, решаемые при выполнении работы.**

1. Измерение времени падения груза при разной массе груза и разном положении утяжелителей на крестовине.
2. Расчёт ускорения груза, углового ускорения крестовины и момента силы натяжения нити.
3. Расчёт момента инерции крестовины с утяжелителями и момента силы трения.
4. Исследование зависимости момента силы натяжения нити от углового ускорения. Проверка основного закона динамики вращения.
5. Исследование зависимости момента инерции от положения масс относительно оси вращения. Проверка теоремы Штейнера.

**3. Объект исследования.**

Равноускоренное вращательное движение.

**4. Метод экспериментального исследования.**

Многократные измерения времени прохождения кареткой расстояния h (700мм.) при изменении массы каретки и положения утяжелителей.

**5. Рабочие формулы и исходные данные.**

Рабочие формулы:

* 1. , где – ускорение, ℎ - расстояние, пройденное грузом за время 𝑡 от начала движения.
  2. , где – угловое ускорение крестовины, 𝑑 - диаметр ступицы.
  3. , где М – момент силы натяжения нити.

Исходные данные:

Таблица 1. Параметры экспериментальной установки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Масса каретки** | **Масса шайбы** | **Масса грузов на крестовине** | **Расстояние первой риски от оси** | **Расстояние между рисками** | **Диаметр ступицы** | **Диаметр груза на крестовине** | **Высота груза на крестовине** |
| (47,0±  0,5) г | (220,0±  0,5) г | (408,0±  0,5) г | (57,0±  0,5) мм | (25,0±  0,2) мм | (46,0±  0,5) мм | (40,0±  0,5) мм | (40,0±  0,5) мм |

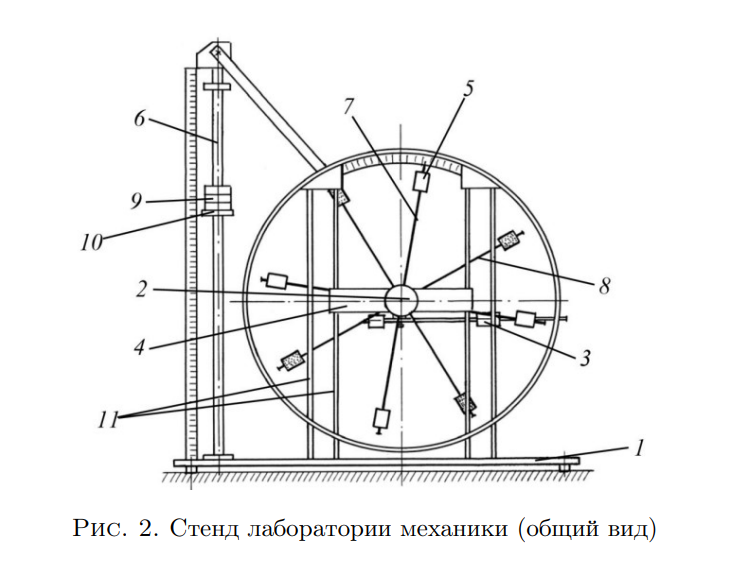
= 700 мм., = 0 мм. → = 700мм.

**6. Измерительные приборы.**

Таблица 2. Измерительные приборы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№ п/п*** | ***Наименование*** | ***Тип прибора*** | ***Используемый диапазон*** | ***Погрешность прибора*** |
| *1* | *Секундомер на телефоне* | *Секундомер* | *0 – 10,17* | *0.01 с* |

**7. Схема установки**



В состав установки входят:

1. Основание

2. Рукоятка сцепления крестовин

3. Устройства принудительного трения

4. Поперечина

5. Груз крестовины

6. Трубчатая направляющая

7. Передняя крестовина

8. Задняя крестовина

9. Шайбы каретки

10. Каретка

11. Система передних стоек

**8. Результаты прямых измерений и их обработки**

Таблица 1. Результаты прямых измерений

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Масса груза, г** | **Положение утяжелителей** | | | | | |
| **1 риска** | **2 риска** | **3 риска** | **4 риска** | **5 риска** | **6 риска** |
|  | 5,00  4,62  4,53  4,72 | 5,59  5,40  5,62  5,54 | 6,10  6,95  6,56  6,54 | 7,17  7,78  7,13  7,36 | 8,32  9,35  8,20  8,62 | 9,07  10,17  8,89  9,38 |
|  | 3,24  3,58  3,54  3,45 | 3,96  4,27  4,02  4,08 | 4,89  4,55  4,75  4,73 | 5,50  5,22  5,38  5,37 | 6,32  6,08  6,52  6,30 | 6,84  6,65  7,14  6,88 |
|  | 2,87  2,97  2,88  2,91 | 3,16  3,40  3,67  3,41 | 3,88  3,67  3,75  3,77 | 4,38  4,62  4,60  4,53 | 5,10  5,07  4,87  5,01 | 5,85  5,67  5,59  5,70 |
|  | 2,61  2,65  2,60  2,62 | 2,82  2,95  2,83  2,87 | 3,60  3,57  3,58  3,58 | 3,94  3,90  4,07  3,97 | 4,22  4,62  4,70  4,51 | 5,15  4,82  4,83  4,93 |

*//описание таблицы//*

*Задание 1 включает в себя исследование движения тележки при фиксированном угле наклона рельса, проверку равноускоренного движения.*

В столбцах под номером 2 и 3 записаны расстояния от начала рельсы до места, где стоят ворота, что измеряли время прохождения каретки. Само же измеренное время записано в столбцах 4 и 5 соответственно.

В 6м столбце («**x2-x1, м**») записано расстояние, пройденное кареткой в соответствующем эксперименте. В последнем же столбце рассчитана разность квадратичных времен.

**9. Расчет результатов косвенных измерений**

Среднее время падения гири для всех масс гири и всех положениях утяжелителей на крестовине см. в таблице 1.

Погрешность среднего значения времени для первого значения :

*; ;*

*; ;*

Таблица 2. Расчёт ускорения, углового ускорения и момента силы.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Масса груза, г** | **Положение утяжелителей** | | | | | |
| **1 риска** | **2 риска** | **3 риска** | **4 риска** | **5 риска** | **6 риска** |
|  | 4,72  *0,0628*  *2,7304*  *0,0598* | 5,54  0,0456  1,9826  0,0599 | 6,54  0,0327  1,4217  0,06 | 7,36  0,0258  1,1217  0,06 | 8,62  0,0188  0,8174  0,0601 | 9,38  0,0159  0,6913  0,0601 |
|  | 3,45  *0,1176*  *5,113*  *0,1085* | 4,08  0,0841  3,6565  0,1088 | 4,73  0,0626  2,7217  0,1091 | 5,37  0,0485  2,1087  0,1092 | 6,3  0,0353  1,5348  0,1094 | 6,88  0,0296  1,287  0,1094 |
|  | 2,91  *0,1653*  *7,187*  *0,1567* | 3,41  0,1204  5,2348  0,1574 | 3,77  0,0985  4,2826  0,1578 | 4,53  0,0682  2,9652  0,1582 | 5,01  0,0558  2,4261  0,1585 | 5,7  0,0431  1,8739  0,1587 |
|  | 2,62  *0,204*  *8,8696*  *0,2046* | 2,87  0,17  7,3913  0,2053 | 3,58  0,1092  4,7478  0,2066 | 3,97  0,0888  3,8609  0,2071 | 4,51  0,0688  2,9913  0,2075 | 4,93  0,0576  2,5043  0,2077 |

По формуле (1) рассчитаем ускорение для каждого значения

По формуле (2) рассчитаем угловое ускорение крестовины для каждого значения

По формуле (3) рассчитаем момент 𝑀 силы натяжения нити для каждого значения

Аналогично, рассчитаем остальные значения и заполним таблицу.

Погрешности для первых значений 𝑎, 𝜀 и 𝑀 и их доверительные интервалы:

**10. Расчет погрешностей измерений (*для прямых и косвенных измерений*).**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

**11. Графики**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

**12. Окончательные результаты.**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*

**13. Выводы и анализ результатов работы.**

*Для задания 1:*

*Для задания 2:*