1. Рабочие формулы и исходные данные:

Ускорение:

Угловое ускорение:

Момент силы натяжения нити:

Момент силы натяжения нити:

Момент инерции крестовины:

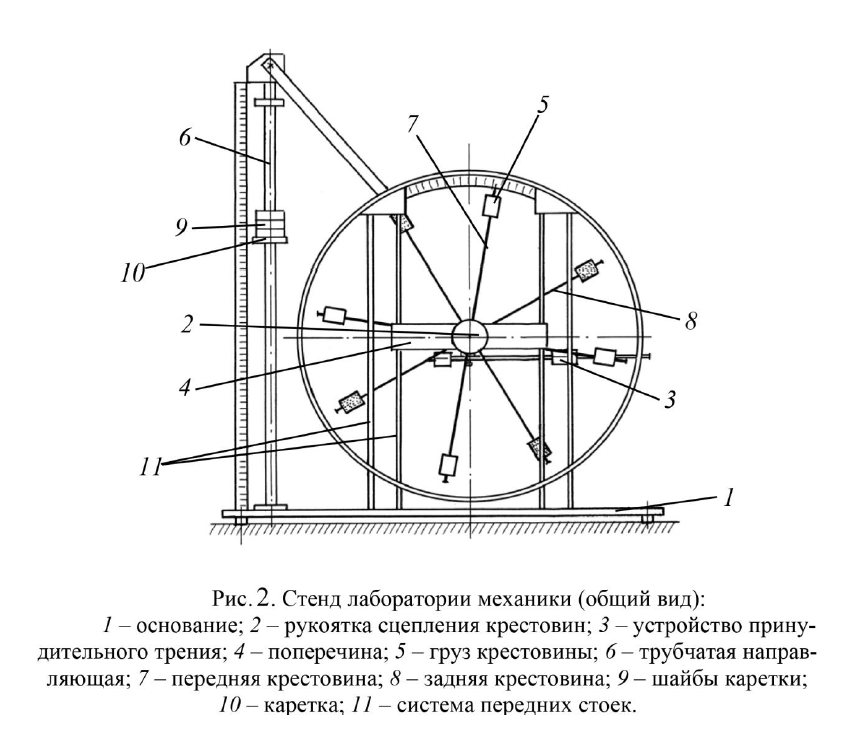
Момент силы трения:

Расстояние между осью вращения и центром груза на крестовине:

1. Измерительные приборы:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ п/п* | *Наименование* | *Тип прибора* | *Используемый диапазон* | *Погрешность прибора* |
| *1* | Цифровой секундомер | Цифровой | 60 с | 0,01 с |

1. Схема установки:



1. Результат прямых измерений и их обработки:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Положение утяжелителей | | | | | |
| 1 риска | 2 риска | 3 риска | 4 риска | 5 риска | 6 риска |
| 267 | t1 c | 4,72 | 6,17 | 6,53 | 6,94 | 7,91 | 9,06 |
| t2 c | 4,84 | 6,10 | 6,44 | 6,94 | 8,12 | 9,03 |
| t3 c | 4,61 | 6,12 | 6,47 | 6,96 | 8,02 | 9,00 |
| tср c | 4,73 | 6,13 | 6,48 | 6,95 | 8,01 | 9,03 |
| 487 | t1 c | 3,22 | 4,22 | 4,78 | 5,28 | 7,02 | 6,78 |
| t2 c | 3,25 | 4,16 | 4,72 | 5,19 | 7,12 | 6,69 |
| t3 c | 3,34 | 4,19 | 4,69 | 5,21 | 7,14 | 6,72 |
| tср c | 3,27 | 4,19 | 4,73 | 5,23 | 7,09 | 6,73 |
| 707 | t1 c | 2,88 | 3,41 | 4,17 | 4,37 | 5,75 | 5,85 |
| t2 c | 2,75 | 3,34 | 4,22 | 4,31 | 5,87 | 5,87 |
| t3 c | 2,78 | 3,43 | 4,13 | 4,35 | 5,79 | 5,90 |
| tср c | 2,80 | 3,39 | 4,17 | 4,34 | 5,80 | 5,87 |
| 927 | t1 c | 2,38 | 2,90 | 3,28 | 3,69 | 4,85 | 5,06 |
| t2 c | 2,37 | 3,03 | 3,31 | 3,75 | 4,77 | 5,21 |
| t3 c | 2,40 | 2,88 | 3,28 | 3,72 | 4,80 | 5,15 |
| tср c | 2,39 | 2,93 | 3,29 | 3,72 | 4,80 | 5,14 |

**Таблица 1**. Протокол измерений времени падения груза при разной массе груза и разном положении утяжелителей на крестовине

1. Расчет результатов косвенных измерений:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 0,267 | 4,73 | 0,0626 | 2,6914 | 0,0606 |
| 0,487 | 3,27 | 0,1309 | 5,6313 | 0,1097 |
| 0,707 | 2,80 | 0,1786 | 7,6805 | 0,1585 |
| 0,927 | 2,39 | 0,2451 | 10,5417 | 0,2064 |
| 2 | 0,267 | 6,13 | 0,0373 | 1,6024 | 0,0607 |
| 0,487 | 4,19 | 0,0797 | 3,4299 | 0,1103 |
| 0,707 | 3,39 | 0,1218 | 5,2397 | 0,1594 |
| 0,927 | 2,93 | 0,1631 | 7,0141 | 0,2081 |
| 3 | 0,267 | 6,48 | 0,0333 | 1,4340 | 0,0607 |
| 0,487 | 4,73 | 0,0626 | 2,6914 | 0,1105 |
| 0,707 | 4,17 | 0,0805 | 3,4628 | 0,1601 |
| 0,927 | 3,29 | 0,1293 | 5,5631 | 0,2089 |
| 4 | 0,267 | 6,95 | 0,0290 | 1,2466 | 0,0608 |
| 0,487 | 5,23 | 0,0512 | 2,2014 | 0,1106 |
| 0,707 | 4,34 | 0,0743 | 3,1969 | 0,1602 |
| 0,927 | 3,72 | 0,1012 | 4,3513 | 0,2095 |
| 5 | 0,267 | 8,01 | 0,0218 | 0,9385 | 0,0608 |
| 0,487 | 7,09 | 0,0279 | 1,1979 | 0,1108 |
| 0,707 | 5,80 | 0,0416 | 1,7900 | 0,1607 |
| 0,927 | 4,80 | 0,0608 | 2,6135 | 0,2103 |
| 6 | 0,267 | 9,03 | 0,0172 | 0,7385 | 0,0608 |
| 0,487 | 6,73 | 0,0309 | 1,3295 | 0,1108 |
| 0,707 | 5,87 | 0,0406 | 1,7475 | 0,1607 |
| 0,927 | 5,14 | 0,0530 | 2,2792 | 0,2105 |

**Таблица 2**

Масса каретки и масса шайбы:

Высота опускания груза:

Диаметр ступицы:

Расстояние от оси вращения до 1 риски:

Расстояние между рисками:

Диаметр груза, высота груза:

Расчет ускорения груза для (Для N=1, m=0,267 кг):

Расчет углового ускорения крестовины (Для N=1, m=0,267 кг):

Расчет момента силы натяжения нити (Для N=1, m=0,267 кг):

Расчёт коэффициентов зависимости (момента инерции и момента силы трения ) (Для N=1):

Расчет (Для N=1):

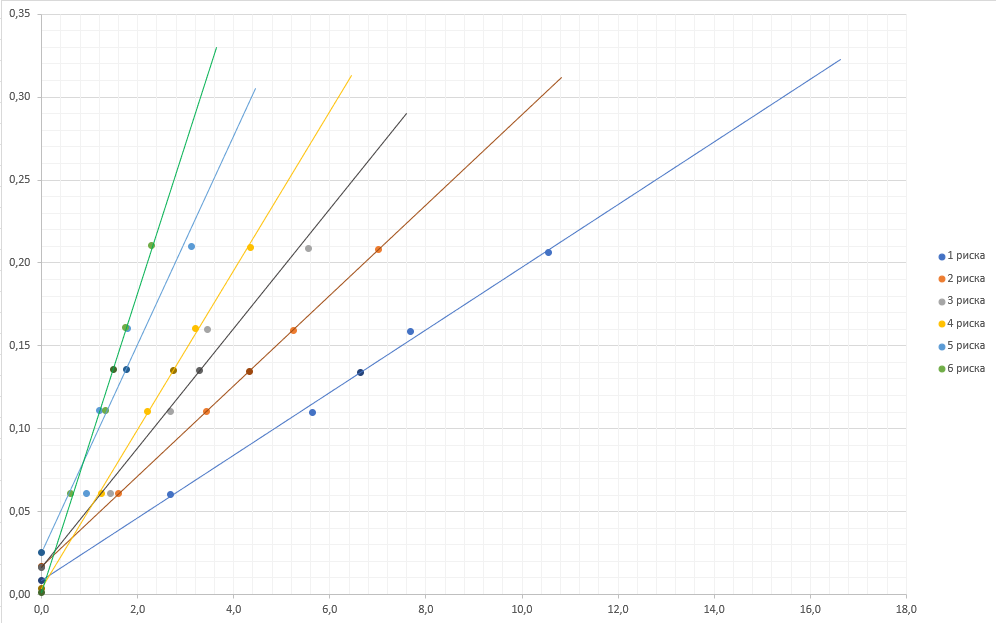
Расчет (Для N=1):

Расчет момента инерции с помощью МНК:

Расчет момента силы трения :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1 | 6,6362 | 0,1338 | 0,0189 | 0,0083 |
|
|
|
| 2 | 4,3215 | 0,1346 | 0,0272 | 0,0169 |
|
|
|
| 3 | 3,2878 | 0,1351 | 0,0362 | 0,0164 |
|
|
|
| 4 | 2,7491 | 0,1353 | 0,0479 | 0,0034 |
|
|
|
| 5 | 1,6350 | 0,1357 | 0,0844 | -0,0023 |
|
|
|
| 6 | 1,5237 | 0,1357 | 0,0986 | -0,0145 |
|
|
|

**Таблица 3**



**График 1** Зависимости

Расчёт расстояния между осью вращения и центром груза на крестовине (для n=1, n – номер риски):

Расчёт коэффициентов зависимости :

Расчёт (Для N=1):

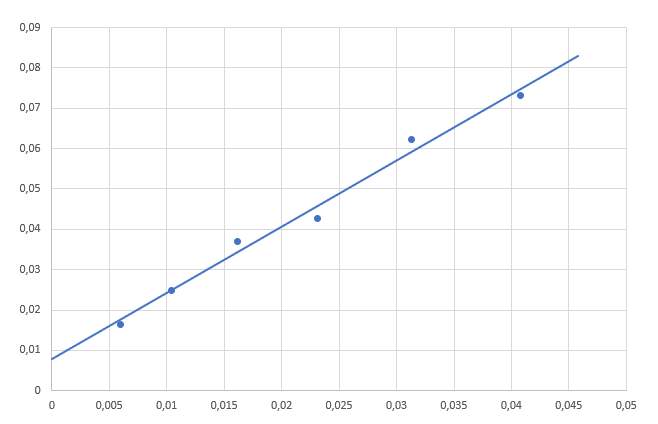
Расчет (Для N=1):

Расчет массы груза с помощью МНК:

Расчёт момента инерции :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 | 0,077 | 0,005929 | 0,01902 | 0,0111 | 0,4093 |
| 2 | 0,102 | 0,010404 | 0,02768 |
| 3 | 0,127 | 0,016129 | 0,03531 |
| 4 | 0,152 | 0,023104 | 0,04678 |
| 5 | 0,177 | 0,031329 | 0,05914 |
| 6 | 0,202 | 0,040804 | 0,07244 |

**Таблица 4**



**График 2** Зависимости

1. Расчет погрешности измерений:

Расчет СКО :

Расчет случайной погрешности : (доверительная вероятность при количестве измерений коэффициент Стьюдента )

Расчет абсолютной погрешности :

Расчет относительной погрешности :   
Расчёт абсолютной погрешности ускорения :

Расчёт относительной погрешности ускорения :

Расчёт абсолютной погрешности углового ускорения :

Расчёт относительной погрешности углового ускорения :

Расчёт абсолютной погрешности момента силы натяжения нити :

Расчёт относительной погрешности момента силы натяжения нити :

Расчёт параметров и :

Расчёт СКО массы груза :

Расчёт СКО момента инерции :

Расчёт абсолютной погрешности массы груза :

Расчёт относительной погрешности массы груза :

Расчёт абсолютной погрешности момента инерции :

Расчёт относительной погрешности момента инерции :

1. Окончательные результаты:

1. Для каждого положения утяжелителя рассчитаны момент инерции крестовины с утяжелителем и момент силы трения

2.

3.

4. Построены графики зависимостей и

1. Вывод:

В ходе лабораторной работы были проверены основной закон динамики вращения и зависимость момента инерции от положения масс относительно оси вращения. Были построены соответствующие графики данных зависимостей: и . Точки на графике, и прямая, построенные на данных, полученных разными путями, не сильно отклоняются друг от друга в обоих графиках, что может говорить о том, что основной закон динамики вращения и зависимость момента инерции от положения масс относительно оси вращения правдивы. Погрешности найденных в ходе лабораторной работы значений довольно малы, что может говорить о том, что полученные значения довольно достоверны, а следовательно, на них можно полагаться при проверке.