***Лабораторная работа 1.04***

***ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОУСКОРЕННОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ (МАЯТНИК ОБЕРБЕКА)***

*Выполнил: Лев Чечулин*

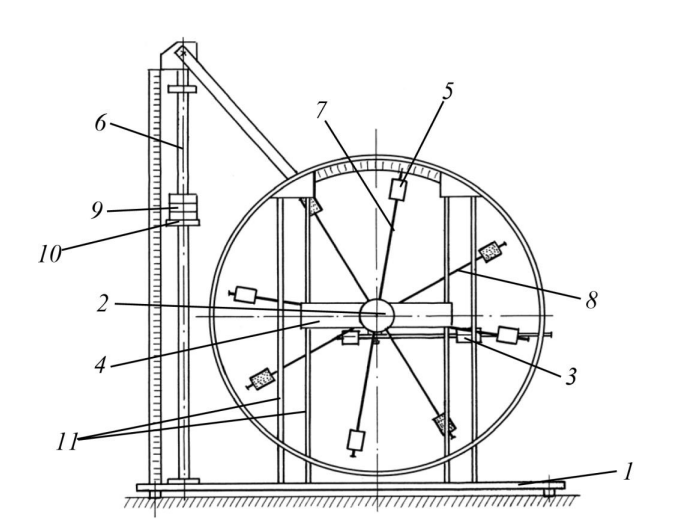
*Группа: М3113 (М3102)*

*Работа выполнена: 17.06.2021*

Цель работы:

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

Лабораторная установка: маятник Обербека.



Изображение выглядит как текст

Автоматически созданное описание

Сделаем измерения и обработаем результаты

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Масса груза + масса тележки, г | Время, с | Положение утяжелителей | | | | | |
| 1 риска | 2 риска | 3 риска | 4 риска | 5 риска | 6 риска |
| 0,267 | t1 | 4,86 | 5,65 | 6,76 | 7,68 | 8,87 | 9,78 |
| t2 | 4,70 | 5,48 | 6,69 | 7,71 | 8,83 | 9,85 |
| t3 | 4,63 | 5,62 | 6,59 | 7,70 | 8,91 | 9,87 |
| tcp | 4,73 | 5,58 | 6,68 | 7,70 | 8,87 | 9,83 |
| 0,487 | t1 | 3,43 | 3,98 | 4,71 | 5,58 | 6,17 | 7,05 |
| t2 | 3,47 | 4,09 | 4,72 | 5,46 | 6,12 | 7,00 |
| t3 | 3,30 | 3,91 | 4,75 | 5,48 | 6,29 | 6,94 |
| tcp | 3,40 | 3,99 | 4,73 | 5,51 | 6,19 | 7,00 |
| 0,707 | t1 | 2,65 | 3,21 | 4,01 | 4,61 | 4,97 | 5,67 |
| t2 | 2,74 | 3,29 | 3,91 | 4,54 | 4,96 | 5,68 |
| t3 | 2,56 | 3,25 | 3,99 | 4,61 | 5,00 | 5,68 |
| tcp | 2,65 | 3,25 | 3,97 | 4,59 | 4,98 | 5,68 |
| 0,927 | t1 | 2,39 | 2,82 | 3,35 | 3,92 | 4,33 | 4,94 |
| t2 | 2,26 | 2,72 | 3,39 | 4,00 | 4,43 | 4,98 |
| t3 | 2,36 | 2,82 | 3,33 | 3,88 | 4,30 | 4,92 |
| tcp | 2,34 | 2,79 | 3,36 | 3,93 | 4,35 | 4,95 |

найдём, как

Расчёт СКО :

Расчёт случайной погрешности

(при доверительной вероятности , количестве измерений и

коэффициенте Стьюдента :

Обработка результатов измерений:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | | | |  | | --- | |  | | | |  | | --- | |  | | |
| 1 | 0,267 | 4,73 | 0,06257571 | 0,063 | 2,72068284 | 2,721 | 0,05992034 | 0,06 |
| 0,487 | 3,40 | 0,12110727 | 0,121 | 5,26553332 | 5,266 | 0,1086373 | 0,109 |
| 0,707 | 2,65 | 0,1993592 | 0,199 | 8,66779142 | 8,668 | 0,15644124 | 0,156 |
| 0,927 | 2,34 | 0,25640973 | 0,256 | 11,1482493 | 11,148 | 0,20390531 | 0,204 |
| 2 | 0,267 | 5,58 | 0,04490978 | 0,045 | 1,95259911 | 1,953 | 0,06002883 | 0,06 |
| 0,487 | 3,99 | 0,0877924 | 0,088 | 3,81706076 | 3,817 | 0,10901046 | 0,109 |
| 0,707 | 3,25 | 0,13254438 | 0,133 | 5,76279907 | 5,763 | 0,15752772 | 0,158 |
| 0,927 | 2,79 | 0,18028433 | 0,18 | 7,83844931 | 7,838 | 0,20552838 | 0,206 |
| 3 | 0,267 | 6,68 | 0,03137438 | 0,031 | 1,36410335 | 1,364 | 0,06011195 | 0,06 |
| 0,487 | 4,73 | 0,062664 | 0,063 | 2,72452155 | 2,725 | 0,10929192 | 0,109 |
| 0,707 | 3,97 | 0,08882741 | 0,089 | 3,86206151 | 3,862 | 0,1582386 | 0,158 |
| 0,927 | 3,36 | 0,12425435 | 0,124 | 5,40236307 | 5,402 | 0,20672299 | 0,207 |
| 4 | 0,267 | 7,70 | 0,02363321 | 0,024 | 1,02753079 | 1,028 | 0,06015949 | 0,06 |
| 0,487 | 5,51 | 0,046169 | 0,046 | 2,00734779 | 2,007 | 0,10947668 | 0,109 |
| 0,707 | 4,59 | 0,0665478 | 0,067 | 2,89338244 | 2,893 | 0,15860089 | 0,159 |
| 0,927 | 3,93 | 0,09049124 | 0,09 | 3,93440166 | 3,934 | 0,20744286 | 0,207 |
| 5 | 0,267 | 8,87 | 0,0177943 | 0,018 | 0,77366502 | 0,774 | 0,06019535 | 0,06 |
| 0,487 | 6,19 | 0,03649885 | 0,036 | 1,58690632 | 1,587 | 0,109585 | 0,11 |
| 0,707 | 4,98 | 0,05652635 | 0,057 | 2,45766731 | 2,458 | 0,15876385 | 0,159 |
| 0,927 | 4,35 | 0,07387274 | 0,074 | 3,21185814 | 3,212 | 0,20779718 | 0,208 |
| 6 | 0,267 | 9,83 | 0,0144786 | 0,014 | 0,62950427 | 0,63 | 0,06021571 | 0,06 |
| 0,487 | 7,00 | 0,02859866 | 0,029 | 1,24341995 | 1,243 | 0,10967349 | 0,11 |
| 0,707 | 5,68 | 0,04344514 | 0,043 | 1,88891934 | 1,889 | 0,15897656 | 0,159 |
| 0,927 | 4,95 | 0,05721406 | 0,057 | 2,48756769 | 2,488 | 0,20815236 | 0,208 |

*Масса каретки и масса шайбы:*

*Диаметр груза, высота груза:*

*Диаметр ступицы:*

Расчёт ускорения

Расчёт абсолютной погрешности ускорения :

Расчёт углового ускорения

Расчёт относительной погрешности ускорения :

Расчёт абсолютной погрешности углового ускорения :

Расчёт относительной погрешности углового ускорения :

Расчёт момента силы натяжения нити

Расчёт момента силы трения :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nриски | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ср | 6,950564229 | 4,842727063 | 3,338262 | 2,465666 | 2,007524 | 1,562353 |
| Mср | 0,132226047 | 0,133023845 | 0,133591 | 0,13392 | 0,134085 | 0,134255 |
| I | 0,016659839 | 0,024724356 | 0,036762 | 0,051061 | 0,060064 | 0,079268 |
| Mтр | 0,016430764 | 0,013290538 | 0,010869 | 0,00802 | 0,013505 | 0,01041 |

* Расчёт момента инерции
* Расчёт момента силы трения

Теперь проведём прямые с просчитанными коэффициентами:

Можно увидеть, что отклонение от линии тренда, после подсчёта коэффициентов этой линии (момента инерции и момента силы трения ) с помощью МНК, оказалось небольшим. Значит у нас всё правильно подсчитано.

Расстояние от оси вращения до 1 риски:

Расстояние между рисками:

Расчёт коэффициентов зависимости (момента инерции и момента силы трения ) с помощью МНК:

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

Расчёт коэффициентов зависимости (суммы моментов инерции стержней крестовины, момента инерции ступицы и собственных центральных моментов инерции утяжелителей и массы груза ) с помощью МНК:

* Средние значения и :

0,044757

* Расчёт массы груза :
* Расчёт момента инерции :

0,044756697 0,438479263 0,0215631670,006936692

***Таблица 4:*** *результаты расчётов для графика зависимости*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Положение утяжелителей | | | | | |
| 1 риска | 2 риска | 3 риска | 4 риска | 5 риска | 6 риска |
| R, м | 0,078 | 0,103 | 0,128 | 0,153 | 0,178 | 0,203 |
| R^2, м^2 | 0,006084 | 0,010609 | 0,016384 | 0,023409 | 0,031684 | 0,041209 |
| (R^2)ср | 0,021563167 | | | | | |
| I, кг \* м^2 | 0,016659839 | 0,024724 | 0,036762 | 0,051061 | 0,060064 | 0,079268 |
| Iср | 0,044756697 | | | | | |
| mгр, кг | 0,438479263 | | | | | |
| I0, кг\*м^2 | 0,006936692 | | | | | |

Из всего исследованного можно сделать вывод, что момент инерции прямо пропорционален квадрату расстояния между осью вращения и центром утяжелителя, причём линейный множитель этой зависимости равен

Также прямо пропорциональны момент силы натяжения нити и угловое ускорение.

Также эта работа помогла исследовать основные принципы вращательных движений.