

## Лабораторная работа №6

### Изучение основного уравнения динамики вращательного движения

**Цель работы:** исследовать зависимость углового ускорения диска от момента силы упругости нити, приводящего диск во вращение.

**Оборудование:** массивный диск на оси с двумя шкивами разного диаметра, блок, штатив, штангенциркуль, набор грузов, нить, секундомер.

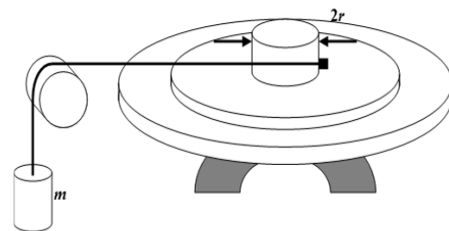
#### Содержание и метод выполнения работы

Угловое ускорение вращающегося тела  $\beta$  прямо пропорционально моменту сил  $M$ , под действием которого тело получает угловое ускорение:

$$\beta = \frac{M}{I}.$$

Величина  $I$ , зависящая от свойств самого тела, называется моментом инерции.

Для проверки этого уравнения, называемого основным уравнением динамики вращательного движения твердого тела, воспользуемся установкой, изображенной на рисунке.



На один из шкивов радиуса  $R$  намотаем нить. Нить перекинем через блок и к ее концу подвесим груз массой  $m$ .

Момент  $M$  силы упругости  $F$  нити равен  $M = FR$ .

Модуль  $F$  силы упругости нити можно определить, применив для груза второй закон Ньютона:  $mg - F = ma$ ,  $F = m(g - a)$ .

В условиях работы ускорение  $a$  груза намного меньше ускорения свободного падения ( $a \ll g$ ). Следовательно, можно считать, что  $F \approx mg$  и  $M \approx mgR$ .

Угловое ускорение  $\beta$  по определению равно:  $\beta = \frac{\omega_t - \omega_0}{t}$ .

Так как в данном опыте начальная угловая скорость  $\omega_0$  равна нулю, то  $\beta = \frac{\omega_t}{t}$ , где  $\omega_t$  – угловая скорость вращения диска, которую он приобретает за время  $t$  падения груза.

#### Порядок выполнения работы

**Задание 1.** Установите зависимость углового ускорения диска от действующей силы при постоянном плече этой силы.

1. Наматывая нить на верхний шкив радиуса  $R_1$ , поднимите груз массой  $m_1 = 0,1$  кг на максимальную высоту. Опустите груз и с помощью секундомера определите время  $t_1$  его падения.

Измерьте время  $n$  полных оборотов диска при разматывании нити. Возьмите максимальное количество оборотов сколько успевает сделать диск при отпускании груза до пола. (На разных шкивах  $n$  будут разные. Для малого шкива это 5 оборотов, для большого - 2)

$$\omega_1 = \frac{2\varphi_1}{t_1} = \frac{4\pi n_1}{t_1}.$$

2. Вычислите угловое ускорение  $\beta_1$ .

3. Повторив опыт с грузом массой  $m_2 = 0,2$  кг, вычислите угловую скорость  $\omega_2$  и угловое ускорение  $\beta_2$ .

4. Результаты измерений и вычислений занесите в отчетную таблицу 1.

Отчетная таблица 1

| $R_{1,м}$ | $F_1, Н$ | $F_2, Н$ | $\frac{F_1}{F_2}$ | $t_1, с$ | $t_2, с$ | $\omega_1, с^{-1}$ | $\omega_2, с^{-1}$ | $\beta_1, с^{-2}$ | $\beta_2, с^{-2}$ | $\frac{\beta_1}{\beta_2}$ |
|-----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
|           | 1        | 2        | 0,5               |          |          |                    |                    |                   |                   |                           |

Рассчитайте границы погрешностей измерений, сравните  $\frac{F_1}{F_2}$  и  $\frac{\beta_1}{\beta_2}$ . Сделайте вывод.

**Задание 2.** Исследуйте зависимость углового ускорения диска от плеча действующей силы.

1. Наматывая нить на шкив радиуса  $R_2$ , поднимите груз массой  $m_1 = 0,1$  кг; опустив его, определите время падения груза  $t_3$ .

2. После достижения грузом поверхности пола вычислите угловую скорость вращения диска и угловое ускорение:  $\omega_3 = \frac{4\pi n_2}{t_3}$  и  $\beta_3 = \frac{\omega_3}{t_3}$ .
3. Сравните отношения  $R_1/R_2$  и  $\beta_1/\beta_3$ , сделайте вывод. (Значения  $R_1$  и  $\beta_1$  получены при выполнении первого задания.)
4. Результаты измерений и вычислений занесите в отчетную таблицу 2.

*Отчетная таблица 2*

| $m_1$ , кг | $R_1$ , м | $R_2$ , м | $\frac{R_1}{R_2}$ | $t_3$ , с | $\omega_3$ , с <sup>-1</sup> | $\beta_1$ , с <sup>-2</sup> | $\beta_3$ , с <sup>-2</sup> | $\frac{\beta_1}{\beta_3}$ |
|------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 0,1        |           |           |                   |           |                              |                             |                             |                           |

По результатам выполнения двух заданий сделайте общий вывод о зависимости углового ускорения диска от момента сил. Для этого сравните отношения угловых ускорений и соответствующих моментов сил.

#### *Контрольные вопросы*

1. Поясните принцип действия установки, с помощью которой проверяют основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
2. Вычислите линейное ускорение движения груза и сравните его с ускорением свободного падения. Правильным ли было предположение, что в данной работе  $a \ll g$ ?