

Тема 8. Инерционные характеристики тела

Инерционные характеристики тела человека описывают зависимость механического движения тела человека от свойств тела человека и его звеньев. К инерционным характеристикам тела относятся его масса при поступательном движении и момент инерции при вращательном движении тела.

Масса

Масса – это мера инертности тела. Инертность – это свойство тел сохранять свою скорость постоянной. Для того чтобы тело изменило свою скорость, нужно время. Чем больше масса тела, тем оно более инертно. Чем больше инертность, тем меньше ускорение тела: $a \sim \frac{1}{m}$.

При взаимодействии двух тел отношение ускорений равно обратному отношению их масс:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}.$$

Масса тела, которую вычисляют путём измерения ускорений, называется инертной массой.

Масса тела, которую измеряют с помощью взвешивания, называется гравитационной.

Масса – это скалярная физическая величина. Единица массы – килограмм [кг].

Масса определяется отношением величины приложенной силы к ускорению, с которым движется тело под действием этой силы:

$$m = \frac{\vec{F}}{\vec{a}}.$$

Определить массу тела можно, если известна плотность вещества ρ , из которого состоит тело:

$$m = \rho \cdot V,$$

где V – объём тела.

Момент инерции

Момент инерции – это скалярная физическая величина, мера инертности тела при вращательном движении. Момент инерции тела зависит от материала, размеров и формы тела, а также от расположения тела относительно оси.

Момент инерции материальной точки

$$J = m \cdot r^2,$$

где J – момент инерции точки ($\text{кг} \cdot \text{м}^2$);

m – масса материальной точки (кг);

r – расстояние от точки до оси вращения (м).

Если ось вращения не проходит через общий центр тяжести (ОЦТ) или не связана с телом, то момент инерции состоит из двух слагаемых: момента инерции тела относительно оси, которая проходит через центр масс параллельно произвольной оси, и произведения массы тела на квадрат расстояния между осями (теорема Штейнера):

$$J = J_0 + mr^2,$$

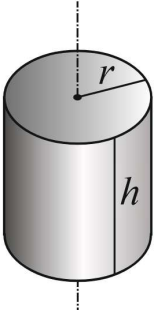
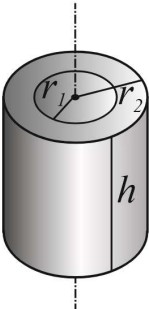
где J_0 – момент инерции относительно оси, проходящей через центр масс ($\text{кг} \cdot \text{м}^2$),

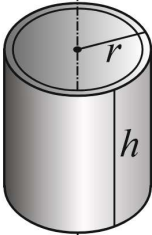
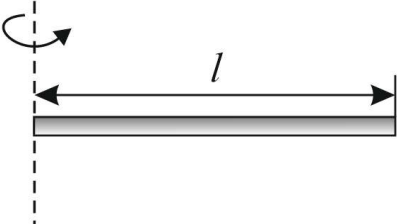
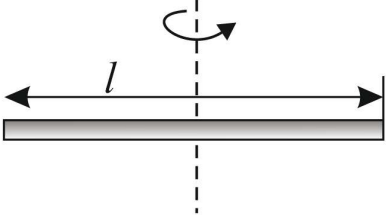
m – масса тела (кг),

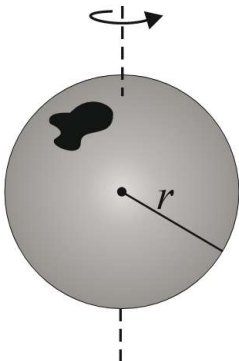
r – расстояние между параллельными осями (м).

Моменты инерции некоторых тел представлены в таблице 8.1:

8.1. Моменты инерции некоторых тел

Материальная точка		$J_0 = mr^2$, r – расстояние до оси вращения
Сплошной цилиндр		$J_0 = \frac{mr^2}{2}$, r – радиус основания цилиндра
Толстостенный цилиндр		$J_0 = \frac{m(r_1^2 + r_2^2)}{2}$, r_1 – внутренний радиус, r_2 – внешний радиус

Тонкостенный цилиндр		$J_0 = mr^2,$ r – радиус основания
Тонкий однородный стержень (ось вращения проходит по краю стержня)		$J_0 = \frac{ml^2}{3},$ l – длина стержня
Тонкий однородный стержень (ось вращения проходит через центр стержня)		$J_0 = \frac{ml^2}{12}$
Шар		$J_0 = \frac{2mr^2}{5}$

Сфера		$J_0 = \frac{2mr^2}{3}$
-------	--	-------------------------

Тело человека имеет минимальный момент инерции в выпрямленном состоянии относительно продольной оси тела, которая проходит через ОЦТ.