

Тема 13. Механическая работа, мощность и энергия

Механическая работа A – это скалярная физическая величина, прямо пропорциональная приложенной к телу силе F и пути s , пройденному телом под действием этой силы:

$$A = F \cdot s \cdot \cos \alpha,$$

где α – угол между силой и перемещением (рисунок 13.1).

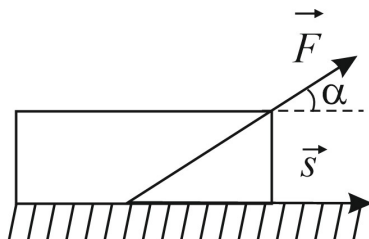


Рисунок 13.1. Механическая работа

Единица работы – джоуль [Дж]. Работа может быть положительной, отрицательной или равной нулю.

Работа равна нулю, если:

- 1) тело движется по инерции, следовательно, нет приложенной силы;
- 2) сила, приложенная к телу, не приводит его перемещению;
- 3) угол между векторами силы и перемещения равен 90° .

Работа будет отрицательной, если векторы силы и перемещения направлены в противоположные стороны или образуют тупой угол, так как косинус тупого угла – это отрицательная величина. Поэтому работа силы трения или сопротивления всегда будет отрицательной.

Работа по перемещению человека в процессе движения может характеризоваться работой по перемещению его ОЦТ или звеньев тела относительно ОЦТ.

Если тело под действием некоторой силы F поворачивается на угол φ , то работа момента сил определяется по формуле:

$$A = M \cdot \varphi,$$

где A – работа вращающего момента (Дж);

M – момент действующей силы (Н · м);

φ – угол поворота тела (рад).

Мощность – это скалярная физическая величина, которая показывает, как быстро совершается работа. Мощность обозначают буквой N . Единица мощности – ватт [Вт].

Мощность при поступательном движении

$$N = \frac{A}{t} = Fv \cos \alpha,$$

где N – мощность (Вт);

A – работа (Дж);

t – время (с);

F – приложенная сила (Н);

v – скорость (м/с);

α – угол между векторами силы и скорости.

Мощность при вращательном движении:

$$N = M\omega,$$

где M – вращающий момент силы (Н · м);

ω – угловая скорость (рад/с).

Энергия – это способность тела совершать работу. Механическая энергия – это мера движения частиц механической системы. Она равна сумме кинетической энергии движения частиц и потенциальной энергии их взаимодействия.

Кинетическая энергия поступательного движения – это скалярная физическая величина, которая является мерой движения тела:

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$
$$A = E_{k2} - E_{k1},$$

где m – масса тела (кг);

v – скорость тела (м/с);

A – работа, совершаемая движущимся телом (Дж);

E_{k1} и E_{k2} – кинетическая энергия тела в начале и конце движения соответственно (Дж).

Кинетическая энергия тела расходуется на совершение телом работы.

Теорема об изменении кинетической энергии говорит о том, что при перемещении тела изменение кинетической энергии равно алгебраической сумме работ всех сил, которые действуют на тело на этом перемещении. Если работа сил положительная, то кинетическая энергия увеличивается, а если отрицательная, то уменьшается.

Кинетическая энергия вращательного движения – это скалярная физическая величина, которая равна половине произведения момента инерции этого тела на квадрат его угловой скорости:

$$E_{\text{к}} = \frac{J\omega^2}{2},$$

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

ω – угловая скорость ($\text{рад}/\text{с}$).

Потенциальная энергия – это скалярная физическая величина, которая определяется взаимным расположением тел и характеризуется способностью тела совершать работу за счёт уменьшения потенциальной энергии:

$$E_{\text{п}} = mgh,$$

$$A = mg |h_1 - h_2|,$$

где m – масса тела (кг),

g – ускорение свободного падения ($\text{м}/\text{с}^2$),

h – высота, на которую подняли тело (м),

A – работа, совершённая в потенциальном поле (Дж),

h_1 и h_2 – начальная и конечная высоты тела над выбранной поверхностью соответственно (м) (рисунок 13.2).

В потенциальном поле работа совершается за счёт запаса потенциальной энергии.

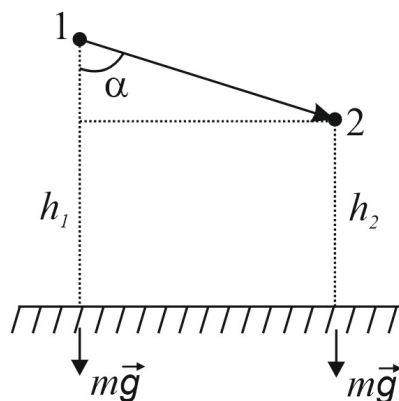


Рисунок 13.2. Работа в потенциальном поле

Потенциальная энергия сжатой (растянутой) пружины – это энергия, запасённая в пружине при её деформации:

$$E_{\text{п}} = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2},$$

где k – коэффициент жёсткости пружины (Н · м);

Δl – изменение длины пружины (м).

Виды энергии в биомеханике:

- потенциальная. Зависит от взаимного расположения звеньев тела человека: $E_{\text{п}} = mgh$;

- потенциальная энергия упругой деформации элементов системы (например, костей, мышц, связок): $E_{\text{п}} = \frac{k\Delta l^2}{2}$;

- кинетическая энергия поступательного движения тела: $E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$;

- кинетическая энергия вращательного движения тела: $E_{\text{к}} = \frac{J\omega^2}{2}$;

- тепловая энергия;

- энергия обменных процессов.

Полная энергия движения биомеханической системы имеет два источника энергии:

- 1) механическая энергия внешней среды, которая передаётся посредством работы внешних сил;
- 2) метаболические реакции в теле человека.