

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 – это угол между силой и перемещением (рисунок 12.1).

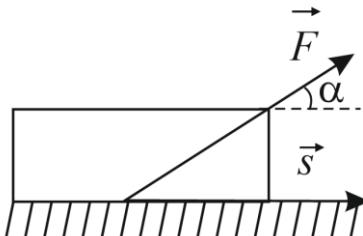


Рисунок 12.1 – Механическая работа

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 – это работа врачающего момента (Дж),

M – это момент действующей силы ($\text{Н} \cdot \text{м}$),

φ – это 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 – это вращающий момент силы (Н · м),

ω – это 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} – это кинетическая энергия тела в начале и конце движения (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 – это 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 – это работа, совершённая в потенциальном поле (Дж),

h_1 и h_2 – начальная и конечная высота тела над выбранной поверхностью (м) (рисунок 12.2).

В потенциальном поле работа совершается за счёт запаса потенциальной энергии.

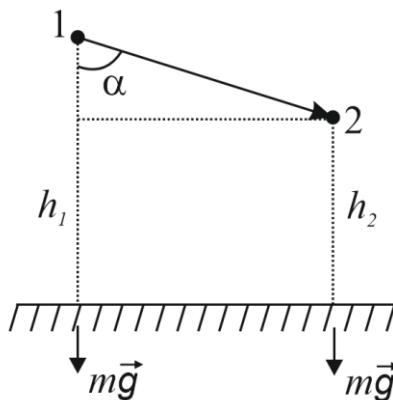


Рисунок 12.2 – Работа в потенциальном поле

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

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

где k – это коэффициент жёсткости пружины ($\text{Н} \cdot \text{м}$),

Δl – это изменение длины пружины (м).

Виды энергии в биомеханике:

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

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

- кинетическая энергия поступательного движения тела: $E_K = \frac{mv^2}{2}$;
- кинетическая энергия вращательного движения тела: $E_K = \frac{J\omega^2}{2}$;
- 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.