

Тема 4

Оглавление

Сили	1
сили гравітації	1
сила пружності	1
сила тертя	2
Механічна робота та енергія	2
Енергією	2
Робота	2

Сили

Сили, які розглядаються в механіці:

сили гравітації

(взаємодія за законом всесвітнього тяжіння).

Сила притягання між двома матеріальними точками прямо пропорційна добутку мас матеріальних точок і обернено пропорційна квадрату відстані між ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

де $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ – гравітаційна стала; m_1 і m_2 – маси матеріальних точок; r – відстань між ними. Ця сила називається гравітаційною (або силою всесвітнього тяжіння). Гравітаційні сили завжди є силами притягання і направлені вздовж прямої, що проходить через ці дві матеріальні точки, тобто, є центральними. Наслідком дії таких сил є **сила тяжіння** – сила з якою Земля притягує до себе тіла, що знаходяться в полі сил гравітації Землі: $\vec{F} = m \vec{g}$, де \vec{g} – прискорення вільного падіння.

У випадку гравітаційної взаємодії силу можна виразити також через напруженість \vec{g} гравітаційного поля:

$$\vec{F} = m \vec{g};$$

сила пружності

– виникає при пружних деформаціях і визначається законом Гука:

$$F = -kx,$$

де k – коефіцієнт пружності (у випадку пружини – жорсткість);

x – абсолютна деформація; знак „-“ показує, що пружна сила направлена протилежно напрямку деформації. Цей закон записується також у вигляді:

$$\sigma = E \varepsilon,$$

де $\sigma = \frac{F}{S}$ – механічне напруження; E – модуль Юнга (є деформаційною характеристикою даного матеріалу); ε – відносна деформація;

сила тертя

– сила, що виникає на поверхні двох твердих тіл, що контактують, і спрямована по дотичній до поверхні контакту в сторону, протилежну напрямку, чи можливому напрямку руху тіла. Зовнішнє (сухе) тертя виникає при відносному переміщенні двох поверхонь твердих тіл, що контактують (тертя ковзання, кочення) або при спробах викликати таке переміщення (тертя спокою). Внутрішнє тертя спостерігається при відносному переміщенні частин одного і того ж суцільного тіла (рідини або газу). Сили внутрішнього тертя виникають, наприклад, при русі твердого тіла в рідині чи газі.

Сила тертя ковзання рівна:

$$F = \mu N ,$$

де μ – коефіцієнт тертя ковзання; N – сила нормального тиску.

Механічна робота та енергія

Кінетична і потенціальна енергія.

Повна механічна енергія

Енергією

називається скалярна фізична величина, яка є універсальною кількісною мірою різних форм руху матерії. Різним формам руху матерії відповідають різні види енергії. Так, механічній формі руху матерії відповідає механічна енергія, тепловій формі руху – теплова енергія тощо. Запас енергії характеризує здатність тіла виконувати роботу. Робота A , яка виконується зовнішніми силами, визначається як міра зміни енергії системи:

$$A = \Delta W = W_2 - W_1 .$$

Робота

яку здійснює постійна за величиною та напрямком сила \vec{F} при переміщенні тіла на прямолінійній ділянці шляху s , визначається скалярним добутком вектора сили \vec{F} і вектора переміщення \vec{s} .

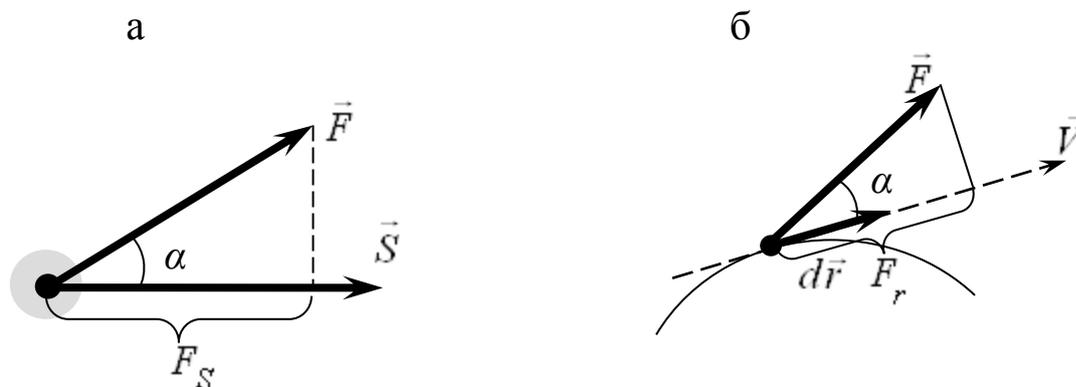


Рис. 6

$$A = (\vec{F} \vec{s}) = F s \cos \alpha = F_s s \quad , \quad (5)$$

де α —кут між векторами сили \vec{F} і переміщення \vec{s} ; $F_s = F \cos \alpha$ —проекція сили на напрямок переміщення (рис. 6, а).

Робота є скалярною величиною, вона може бути позитивною, від'ємною, чи рівною нулю.

У загальному випадку руху тіла по криволінійній траєкторії під дією **змінної сили** \vec{F} спочатку знаходять елементарну роботу dA на довільному елементарному переміщенні $d\vec{r}$ (рис.6, б). Елементарна робота дорівнює скалярному добутку вектора сили на вектор переміщення:

$$dA = \vec{F} d\vec{r} = F_r dr \quad . \quad (6)$$

Сумарну роботу A сили \vec{F} на ділянці траєкторії від точки 1 до точки 2 знаходять інтегруванням:

$$A = \int_1^2 dA = \int_1^2 F_r dr \quad . \quad (7)$$

Одиницею роботи в СІ є 1 джоуль (1 Дж):

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н м} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}.$$

Консервативною називають силу, робота якої визначається тільки початковим і кінцевим положенням тіла на траєкторії і не залежить від форми траєкторії. Робота консервативних сил по замкненій траєкторії дорівнює нулю. Прикладом консервативних сил є сили тяжіння, сили пружності. Прикладом неконсервативних сил (дисипативних) є сили тертя (сили опору).

Фізична величина, яка дорівнює відношенню роботи dA до проміжку часу dt , за який ця робота виконується, називається **потужністю**:

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{d(\vec{F} d\vec{r})}{dt} = \vec{F} \vec{V} = FV \cos \alpha \quad . \quad (8)$$

Одиниця потужності в СІ— 1 ват (1 Вт):

$$1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ кг м}^2 \text{ с}^{-3} \quad .$$