

## § 27. ПОТУЖНІСТЬ

**?! Відправною точкою розвитку людської цивілізації, можливо, став час, коли людина почала виготовляти прості знаряддя та зброю, будувати примітивне житло, орати землю. Спочатку вона використовувала для виконання роботи тільки м'язову силу своїх рук, потім силу свійських тварин: коней, волів, ослів, верблюдів. Це дозволило за менший час виконувати ту саму роботу. Але справжній прорив стався завдяки використанню машин та механізмів: автомобілів, суден, потягів, кранів, екскаваторів тощо. Сучасні машини можуть виконувати роботу в тисячі разів швидше за людину. Яка ж характеристика машин є показником їхньої ефективності?**

### **1 Знайомимося з потужністю**

Різним виконавцям для здійснення тієї самої роботи потрібен різний час. Так, якщо екскаватор і грабар одночасно розпочнуть копати траншеї (рис. 27.1), то зрозуміло, що екскаватор виконає роботу значно швидше, ніж грабар. Так само кран швидше перенесе потрібну кількість цеглин, ніж вантажник (рис. 27.2). Швидкість виконання роботи у фізиці характеризують *потужністю*.

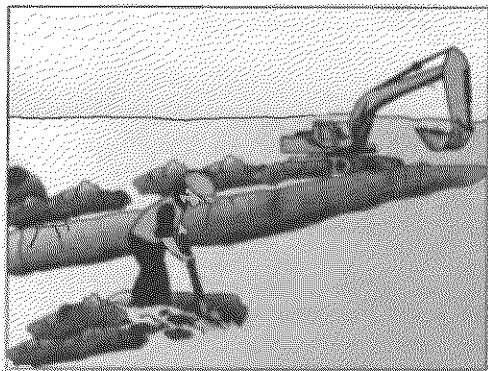
**Потужність** — це фізична величина, яка характеризує швидкість виконання роботи і чисельно дорівнює відношенню виконаної роботи до часу, за який цю роботу виконано.

Потужність позначається символом  $N$  і обчислюється за формулою

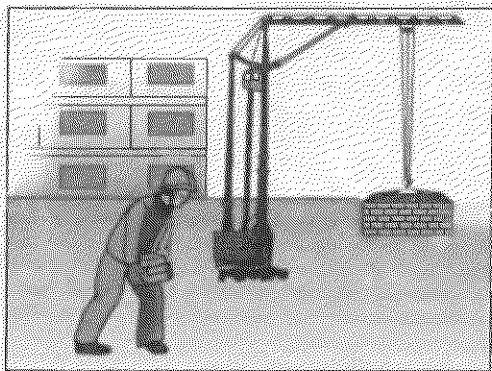
$$N = \frac{A}{t},$$

де  $A$  — робота;  $t$  — час, за який цю роботу було виконано.

**Рис. 27.1.** Екскаватор виконає роботу з викопування траншеї значно швидше, ніж грабар



**Рис. 27.2.** Будівельний кран перенесе за один раз стільки цеглин, скільки вантажник неситиме протягом декількох годин



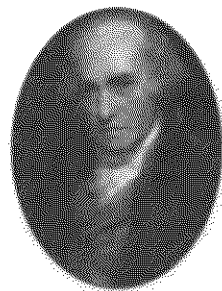
Одиниця потужності в СІ — **ват** (Вт)\*. Вона одержала свою назву на честь британського вченого Дж. Ватта (рис. 27.3).

1 ват — це така потужність, за якої протягом 1 с виконується робота 1 Дж, тобто

$$1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}.$$

З означення потужності випливає, що потужність чисельно дорівнює роботі, яку виконано за одну секунду. Отже, під час виконання механічної роботи більшу потужність розвиває те тіло, яке за той самий час виконує більшу роботу.

У таблиці наведено потужність двигунів деяких технічних засобів:



**Рис. 27.3.** Джеймс Ватт (1736–1819), британський винахідник-механік, творець універсальної парової машини

Технічний засіб	Потужність	
	кВт	к. с.
Двигуни CD-RW, CD-ROM	0,01–0,02	—
Пральні машини	0,15–0,90	—
Пилососи	1,3–2,0	—
Моторолери (скутери)	3,0–7,5	4,1–10,0
Мотоцикли	11–74	15–100
Легкові автомобілі	37–150	50–200
Трактори	45–260	62–350
Вантажні автомобілі	35–515	50–700
Гелікоптери	425–7350	575–10 000
Літак АН-140 (1 двигун)	1850	2500
Літак АН-225 «Мрія» (1 двигун)	52 000	70 000
Ракета-носієй «Протон»	$\approx 4,4 \cdot 10^7$	$\approx 5,9 \cdot 10^7$
Ракета-носієй «Енергія»	$\approx 1,25 \cdot 10^8$	$\approx 1,7 \cdot 10^8$

## 2 Учимося розв'язувати задачі

**Задача 1.** Людина рівномірно піднімає відро з водою на висоту 20 м за 20 с. Яку потужність розвиває людина, якщо маса відра з водою дорівнює 10 кг?

\* Позасистемна одиниця потужності, яка також використовується в техніці, — кінська сила: 1 к. с.  $\approx$  735,5 Вт.

Дано:

$$h = 20 \text{ м}$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$N = ?$

### Аналіз фізичної проблеми

Для обчислення потужності треба розрахувати роботу, яку виконала людина, піднімаючи відро на певну висоту. Для цього слід знайти силу, з якою людина діє на відро. На відро діють дві сили: сила тяжіння  $F_{\text{тяж}}$  та сила  $F$ , з якою на відро діє людина. Відро рухається рівномірно, тому ці сили скомпенсовані. Тобто  $F_{\text{тяж}} = F$ .

### Пошук математичної моделі, розв'язання

За означенням потужності  $N = \frac{A}{t}$  (1); робота, яку виконала людина  $A = Fl$ . Оскільки  $F = F_{\text{тяж}} = mg$ , а  $l = h$ , то робота людини  $A = mgh$  (2). Підставивши формулу (2) у формулу (1), остаточно отримаємо:  $N = \frac{mgh}{t}$ .

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[N] = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$\{N\} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 20}{20} = 100; \quad N = 100 \text{ Вт}.$$

Відповідь: людина розвиває потужність 100 Вт.

**Задача 2.** Трактор тягне плуг зі сталою швидкістю 5,4 км/год, прикладаючи до нього силу 50 кН. Яку потужність розвиває двигун трактора?

Дано:

$$v = 5,4 \text{ км/год} =$$

$$= 1,5 \text{ м/с}$$

$$F = 50 \text{ кН} =$$

$$= 5 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$N = ?$

### Аналіз фізичної проблеми

Для обчислення потужності, яку розвиває двигун трактора, потрібно роботу, що виконує трактор за певний час, поділити на час, необхідний для виконання роботи. У свою чергу, робота може бути обчислена через силу, яку трактор прикладає до плуга, і шлях, який він пройде за певний час.

### Пошук математичної моделі, розв'язання та аналіз результатів

За означенням, потужність  $N = \frac{A}{t}$ . У свою чергу,  $A = Fl$ . Оскільки рух трактора рівномірний, то  $l = vt$ .

$$\text{Тоді } N = \frac{Fl}{t} = \frac{Fvt}{t} = Fv.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[N] = \text{Н} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}.$$

\* Зверніть увагу: потужність можна обчислити не тільки за формулою

$$N = \frac{A}{t}, \text{ а й за формулою } N = Fv.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$\{N\} = 5 \cdot 10^4 \cdot 1,5 = 7,5 \cdot 10^4; N = 7,5 \cdot 10^4 \text{ Вт} = 75 \text{ кВт}.$$

Проаналізуємо результат: за таблицею потужність тракторів становить 45–260 кВт, тобто отриманий результат є цілком правдоподібним.

*Відповідь:* двигун трактора розвиває потужність 75 кВт.

## **Підбиваємо підсумки**

Потужність — це фізична величина, яка характеризує швидкість виконання роботи і чисельно дорівнює відношенню виконаної роботи до часу, за який цю роботу виконано:  $N = A/t$ .

Одиницею потужності в СІ є ват (Вт);  $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/1 с}$ .

Потужність також можна обчислити за формулою  $N = Fv$ .

## **Контрольні запитання**

1. Що характеризує потужність?
2. Дайте означення потужності.
3. Назвіть одиниці потужності в СІ.
4. Що таке ват?
5. Яка позасистемна одиниця потужності вам відома?
6. Як обчислити потужність, що розвиває тіло, якщо відомі сила, яка діє на тіло, і швидкість руху тіла?

## **Вправа № 27**

1. Першокласник і одинадятикласник за однаковий час піднялися сходами з першого поверху на другий. Хто з них розвинув під час руху більшу потужність?
2. Рухаючись горизонтально ділянкою дороги, автомобіль під'їхав до підйому. Чи зміниться швидкість автомобіля під час підняття в разі незмінної потужності двигуна?
3. Горизонтальні ділянки дороги чергуються з підйомами і спусками. Як має змінюватися потужність двигуна в міру подолання автомобілем цих ділянок, якщо автомобіль рухається зі сталою швидкістю?
4. Хлопчик, піднімаючись сходами, розвинув потужність 160 Вт. Яку роботу виконав хлопчик за 20 с?
5. За який час двигун автомобіля, розвиваючи потужність 150 кВт, виконає роботу 900 кДж?
6. Потужність двигунів літака становить 10 МВт. Визначте силу опору руху, якщо літак рухається зі сталою швидкістю 720 км/год.

## **ФІЗИКА ТА ТЕХНІКА В УКРАЇНІ**

Перший набір студентів **Дніпропетровський національний університет** здійснив у 1918 р. Тоді в ньому навчалось 2750 осіб. Першим ректором університету був відомий учений-біолог В. П. Карпов. За час свого існування заклад підготував понад 70 тис. фахівців.

Перетворення закладу на один із провідних вузів України пов'язується з ім'ям іншого науковця — академіка В. І. Моссаковского, який був ректором університету в 1964–1986 рр.



З 1951 р. Дніпропетровський університет розпочав підготовку фахівців ракетобудування, пізніше з'явилися нові наукові школи в галузях математики, механіки, фізики, радіоелектроніки. Зважаючи на загальнодержавне й міжнародне визнання результатів діяльності, Дніпропетровському університету присвоєно статус національного.