



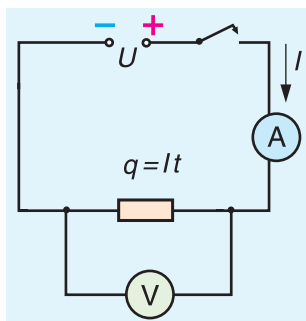
§ 26.

Робота і магутнасць электрычнага току. Закон Джоўля — Ленца

Успомнім, што работу выконваюць сілы. Таму прыведзеныя ў назве параграфа словазлучэнні «робота току», «магутнасць току» не зусім дакладныя. Больш правільна гаварыць аб *работе электрычных сіл*, якія рухаюць зарад у правадніку і ствараюць у ім такім чынам электрычны ток. Як вызначыць гэту работу?

Мы ведаем (гл. § 18), што значэнне гэтай работы прапарцыянальна перанесенаму зараду q і напружанню U паміж пачатковым і канечным пунктамі:

$$A = qU,$$



Мал. 162

дзе U — гэта напружанне на разглядаемым рэзістары (электрарухавіку і г. д.). Яго мы можам вымераць вальтметрам. Перанесены зарад q можна знайсці, вымераўшы сілу току I (мал. 162) і час t . Сапраўды, з формулы сілы току $I = \frac{q}{t}$ вынікае $q = It$. Такім чынам, работа току на ўчастку ланцуга

$$A = IUt. \quad (1)$$

З формулы (1) вынікае, што калі напружанне выразіць у вольтах, сілу току — у амперах, час — у секундах, а работу — у джоўлях, то $1 \text{ Дж} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с}$.

Вы ўжо ведаеце, што хуткасць выканання работы характарызуе магутнасць $P = \frac{A}{t}$. Тады магутнасць току

$$P = IU. \quad (2)$$

З формулы (2) магутнасць $1 \text{ Вт} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В}$.

Калі энергія крыніцы току ператвараецца толькі ва ўнутраную энергію (ідзе на награванне правадніка), то, выкарыстаўшы закон Ома, работу току і магутнасць можна запісаць інакш. Паколькі напружанне $U = IR$, то $A = IIRt$, або

$$A = I^2 R t, \quad (3)$$

а магутнасць

$$P = I^2 R. \quad (4)$$

Формулы (3) і (4) зручна выкарыстоўваць для ланцугоў з паслядоўным злучэннем праваднікоў, паколькі сіла току ў правадніках аднолькавая. Для паралельна злучаных праваднікоў работу і магутнасць зручней выражаць праз аднолькавае для іх напружанне, выключыўшы сілу току. Сіла току $I = \frac{U}{R}$, тады $A = \frac{U}{R} U t$, або

$$A = \frac{U^2 t}{R}, \quad (5)$$

а магутнасць

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Англіійскі вучоны Дж. П. Джоўль і рускі вучоны Э. Х. Ленц яшчэ ў першай палове XIX ст. незалежна адзін ад аднаго правялі дослед, які схематычна паказаны на малюнку 163. Атрыманыя ім вынікі дазволілі ўстанавіць формулу для разліку колькасці цеплаты, якая вылучаецца ў правадніку пры праходжанні па ім току. Прапускаючы ток рознай сілы праз праваднікі рознага супраціўлення і вымяраючы колькасць вылучанай цеплаты, яны прыйшлі да залежнасці

$$Q = I^2 R t. \quad (7)$$

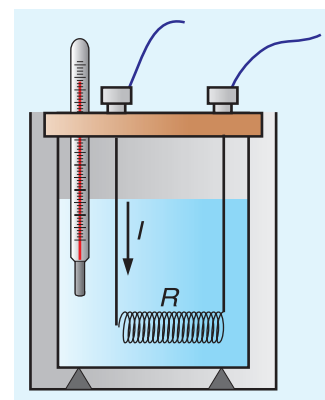
Гэты выраз называюць законам Джоўля — Ленца.

Колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў правадніку, прапарцыянальна квадрату сілы току, супраціўленню правадніка і часу праходжання току.

Для вялікіх значэнняў выкананай токам работы шырока выкарыстоўваюць пазасістэмную адзінку кілават-гадзіну (1 кВт · г). Яна выводзіцца з сувязі магутнасці і работы:

$$A = P t \text{ (1 кВт} \cdot \text{1 г} = \text{1 кВт} \cdot \text{г)}.$$

Прапануем самастойна даць азначэнне гэтай адзінкі.



Мал. 163

Яе перавод у адзінкі СІ: $1 \text{ кВт} \cdot \text{г} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3\,600\,000 \text{ Дж}$, або $1 \text{ кВт} \cdot \text{г} = 3600 \text{ кДж}$. Менавіта ў кілават-гадзінах мы вызначаем па лічылніку і аплачвааем расход электраэнергіі.

Галоўныя вывады

1. Работу электрычных сіл у правадніку называюць работай электрычнага току.
2. Работа электрычнага току на ўчастку ланцуга залежыць ад велічыні перанесенага зараду і напружання на гэтым участку.
3. Колькасць вылучаемай у правадніку цеплаты прапарцыянальна квадрату сілы току, супраціўленню правадніка і часу праходжання току.
4. Для прастаты разлікаў у побыце расход электраэнергіі выражаюць у кілават-гадзінах: $1 \text{ кВт} \cdot \text{г} = 3600 \text{ кДж}$.

Кантрольныя пытанні

1. Што называюць работай электрычнага току?
2. Чаму замест формулы $A = qU$ часцей карыстаюцца формулай $A = IUt$?
3. Як быў устаноўлены закон Джоўля — Ленца? Як ён чытаецца?
4. Пры якіх умовах выкарыстоўваецца формула работы току $A = I^2 R t$?



Прыклад рашэння задачы

З дапамогай электранагравальніка супраціўленнем $R = 81 \text{ Ом}$ ваду аб'ёмам $V = 2,0 \text{ л}$ награвалі ад тэмпературы $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ да тэмпературы $t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ за час $\tau = 20 \text{ мін}$. Вызначыце ККДз награвальніка, калі напружанне ў сетцы $U = 220 \text{ В}$.

Дадзена:

$$R = 81 \text{ Ом}$$

$$U = 220 \text{ В}$$

$$V = 2,0 \text{ л} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\tau = 20 \text{ мін} = 1200 \text{ с}$$

$$\eta \text{ — ?}$$

Рашэнне

$$\text{Па азначэнні } \eta = \frac{A_{\text{кар}}}{A_{\text{вык}}} \cdot 100 \text{ \%}.$$

Карысная работа роўна павелічэнню ўнутранай энергіі вады, г. зн. колькасці атрыманай ёю цеплаты:

$$A_{\text{кар}} = Q = cm(t_2 - t_1).$$

Масу вады выразім праз яе шчыльнасць і аб'ём $m = \rho V$, тады $A_{\text{кар}} = c\rho V(t_2 - t_1)$.

$$\text{Выкананая токам работа } A_{\text{вык}} = \frac{U^2 \tau}{R}.$$