

**Тема.** Потужність електричного струму

**План:** 1. Робота електричного струму.

2. Потужність електричного струму.

3. Коефіцієнт корисної дії (ККД) в електричному колі

Л1, ст. 31, Л2, ст. 38, Л3, ст.43.

### **1. Робота електричного струму**

Щоб визначити роботу, яку виконано на певній ділянці кола за певний час, досить підрахувати кількість одиниць заряду, що пройшли через ділянку за цей час, і помножити її на напругу на кінцях цієї ділянки.

Так, робота, виконана за час  $t$  на зовнішній ділянці кола

$$A = QU,$$

а робота, виконана силами електричного поля всередині генератора,

$$A_0 = QU_0.$$

Отже, робота в усьому колі

$$A_{\text{повн}} = A + A_0 = QU + QU_0 = Q(U + U_0),$$

але  $U + U_0 = E$ , отже,  $A_{\text{повн}} = EQ$ , де  $E$  - е. р. с. генератора. Оскільки

$$Q = It.,$$

то

$$A_{\text{повн}} = EIt$$

$$A = UIt,$$

$$A_0 = UI_0t.$$

З усіх попередніх міркувань випливає, що в будь-якій ділянці кола енергія у вигляді тепла, світла і т. п. виділяється в результаті роботи сил електричного поля під час переміщення зарядів по цій ділянці. При відсутності переміщення зарядів енергія не виділятиметься. Ця обумовленість створює враження, що робота виконується зарядами, які переміщуються (струмом), тому в дальшому для спрощення умовно вважатимемо, що в електричному колі робота виконується зарядами, які переміщуються, тобто електричним струмом, і в цьому розумінні говоритимемо про роботу струму, його потужність.

### **2. Потужність електричного струму**

**Потужність електричного струму, як і всяка потужність, характеризує кількість роботи, що виконується в якомусь колі за одиницю часу**

$$P = A/t$$

де  $P$  —: потужність електричного струму.

На підставі цього, потужність, що виділяється в усьому колі,

$$P_{\text{повн}} = A_{\text{повн}}/t = (EIt)/t$$

Тобто

$$P_{\text{повн}} = EI.$$

Потужність, що виділяється у зовнішньому колі,

$$P = A/t = (UIt)/t = UI$$

Потужність, що виділяється всередині генератора (потужність втрат),

$$P_0 = U_0 I$$

Очевидно, одиниця  $P$  = одиниця  $U$  · одиниця  $I$  =  $1В \cdot 1А = 1ВА$ .

Розмірність  $1В \cdot 1А$  дістала назву ват (Вт). Отже, одиниця

$$P = 1 \text{ Вт і } 1 \text{ Вт} = 1 \text{ ВА},$$

тобто за одиницю приймається потужність, яка виділяється в дільниці кола з струмом в  $1А$  при напрузі на її кінцях в  $1В$ .

Крім того,

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ ВА} = 1 \text{ Дж/сек.},$$

тобто *потужність в 1 Вт — це така потужність, при якій в електричному колі за 1 сек виконується робота в 1 Дж.*

На практиці користуються більшими одиницями, такими як **1 кіловат (1 кВт)**,  $1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}$ ; **1 мегават (1 МВт)**,  $1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$ .

В електричних колах за одиницю приймають роботу, яку виконує струм потужністю в  $1 \text{ Вт}$  протягом  $1 \text{ сек}$ . Вона відповідає роботі в  $1 \text{ Дж}$ . До введення системи СІ застосовували інші одиниці:

$$1 \text{ ват-година (1 Вт год)} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Вт сек} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Дж};$$

$$1 \text{ кіловат-година (1 кВт- год)} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

### 3. Коефіцієнт корисної дії (ККД) в електричному колі.

Як встановлено раніше, потужність, що розвивається в джерелі електричної енергії:

$$P_{\Gamma} = EI;$$

потужність, яку віддає джерело:

$$P = UI;$$

втрати потужності у джерелі:

$$P_{\text{в}} = I^2 R;$$

втрати потужності в лінії:

$$P_{\text{л}} = I^2 R_{\text{л}};$$

потужність споживача енергії:

$$P_{\text{н}} = I^2 R_{\text{н}}.$$

На підставі закону збереження енергії складаємо **баланс потужностей** у колі:

$$P_{\Gamma} = P_{\text{в}} + P = P_{\text{в}} + P_{\text{л}} + P_{\text{н}}.$$

В загальному випадку баланс потужностей кола буде мати такий вигляд:

$$\Sigma P_{\Gamma} = \Sigma P_{\text{н}} + \Sigma P_{\text{втр}}.$$

Як відомо, **коефіцієнт корисної дії (ККД)** будь-якого пристрою - це відношення корисної роботи (потужності) до затраченої.

Знайдемо ККД в нашому випадку:

ККД джерела :

$$\eta_{\Gamma} = P/P_{\Gamma} = UI/EI = U/E;$$

ККД лінії:

$$\eta_{\text{л}} = P_{\text{н}}/P = U_{\text{н}}I/UI = U_{\text{н}}/U;$$

ККД всієї установки:

$$\eta_{\text{у}} = P_{\text{н}}/P_{\Gamma} = U_{\text{н}}I/EI = U_{\text{н}}/E;$$

тобто

$$\eta_{\text{у}} = \eta_{\Gamma} \eta_{\text{л}}.$$