

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Національний гірничий університет»

**Методичні вказівки**  
до лабораторної роботи  
**№ 3.32**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ КОЕФІЦІЕНТА КОРИСНОЇ ДІЇ  
ДЖЕРЕЛА СТРУМУ І ЙОГО ПОТУЖНОСТЕЙ ВІД ОПОРУ  
НАВАНТАЖЕННЯ**

м. Дніпропетровськ  
2011

## Лабораторна робота №3.32

### Дослідження залежностей коефіцієнта корисної дії джерела струму і його потужностей від опору навантаження

**Прилади й устаткування:** 1) джерело струму; 2) магазин опорів; 3) міліамперметр.

**Ціль роботи:** 1) одержання залежності повної потужності, виділюваної в ланцюзі, від опору навантаження; 2) одержання залежності корисної потужності від опору навантаження; 3) одержання залежності коефіцієнта корисної дії від опору навантаження.

#### Опис приладів і теоретичні зведення

Використання енергії джерела струму – важливе практичне питання. Електричний ланцюг, що містить джерело струму і навантаження, опір  $R$  якої можна змінювати, показана на мал. 1.

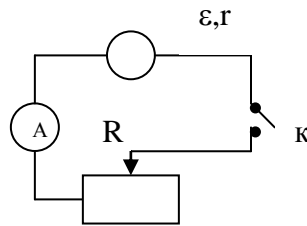


Рис.1.

Для замкнутого ланцюга робота, чинена над перенесеним уздовж ланцюга зарядом  $dq$ , дорівнює

$$dA = \varepsilon dq \quad (1)$$

Повна потужність, що розвивається джерелом струму,

$$P = \frac{dA}{dt} = \varepsilon \frac{dq}{dt} = \varepsilon I \quad (2)$$

Скориставшись законом Ома для замкнутого ланцюга

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}, \quad (3)$$

після підстановки в (2) одержимо

$$P = \frac{\varepsilon^2}{R + r}, \quad (4)$$

де  $R$  - опір навантаження (опір зовнішньої частини ланцюга),  $r$  - внутрішній опір джерела.

Повна потужність, що розвивається джерелом струму, як видно з (4), максимальна при короткому замиканні ( $R=0$ ) і виділяється у виді тепла на його внутрішньому опорі, будучи зовсім марною. З ростом  $R$  повна потужність убиває, прагнучи до нуля при  $R \rightarrow \infty$ .

У навантаженні виділяється тільки частина повної потужності. Називається вона корисною потужністю

$$P_n = I^2 R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2} \quad (5)$$

Тому що для джерела струму величини  $\varepsilon$  і  $r$  постійні, то корисна потужність  $P_n$  є функцією тільки опору навантаження  $R$

$$P_n = f(R).$$

З рівняння (4) видно, що при  $R=0$  (коротке замикання) і при  $R=\infty$  (ланцюг розімкнутий)  $P_H=0$ .

Якщо  $R$  - кінчена величина, то  $P_H>0$ . Для того, щоб визначити, при якій умові корисна потужність буде мати максимальне значення, необхідно знайти величину  $\frac{dP_H}{dR}$  і дорівняти її нулеві

$$\frac{dP_H}{dR} = \frac{\varepsilon^2(R+r)^2 - 2(R+r)\varepsilon^2 \cdot R}{(R+r)^4} = 0$$

Звідси випливає, що  $P_H$  має максимум при  $R=r$ .

При практичному використанні джерел струму важливі не тільки корисні потужності, що відбираються, але і коефіцієнти корисної дії  $\eta$  джерел.

$$\eta = \frac{P_H}{P} = \frac{I^2 R}{I^2 (R+r)} = \frac{R}{R+r}. \quad (6)$$

Звідси випливає, що  $\eta$  буде тим більше, чим більше опір навантаження  $R$  у порівнянні з внутрішнім опором  $r$  джерела струму.

Коефіцієнт корисної дії  $\eta$  дорівнює 0 при  $R=0$ ; дорівнює 0,5 при  $R=r$  і прагне до 1 при необмеженому зростанні  $R$ .

Таким чином, вимоги одержання одночасно найбільшої потужності і найбільшого ККД не можуть бути виконані.

#### **Виміру**

1. Зберіть схему установки відповідно до мал. 1.
2. Змінюючи через кожні 10 Ом опір навантаження, знімайте показання міліамперметра і занесіть значення  $R$  і  $I$  у таблицю

Таблиця

№	R, Ом	I, мА	P <sub>H</sub> , Вт	P, Вт	r, Ом	η
1						
2						
3						
...						
n						

3. По формулі  $P_H=I^2R$  розрахуйте значення корисної потужності при різних значеннях опору навантаження. Отримані значення  $P_H$  занести в таблицю. Побудуйте графік залежності  $P_H = f(R)$  і за графіком визначте значення опору джерела струму  $r$ . Занесіть його в таблицю.

4. По формулі  $P = I^2(R+r)$  розрахуйте значення потужності, виділюваної в ланцюзі, при різних значеннях опору навантаження. Отримані значення  $P$  занесіть у таблицю. Побудуйте графік залежності  $P = f(R)$ .

5. По формулі  $\eta = \frac{R}{R+r}$  розрахуйте коефіцієнт корисної дії при різних значеннях опору навантаження. Отримані дані занесіть у таблицю. Побудуйте графік залежності  $\eta = f(R)$ .

#### **Контрольні питання**

1. Сформулюйте закон Ома для замкнутого ланцюга.
2. Сформулюйте закон Джоуля-Ленца в інтегральній формі.

3. Як по отриманим у результаті експерименту даних визначити ЕРС даного джерела? Визначте її.

4. Як, знаючи значення струму  $I_1$  і  $I_2$  при різних значеннях опору навантаження  $R_1$  і  $R_2$ , визначити опір джерела струму? Визначте по отриманим у результаті експерименту даним опір джерела запропонованим методом. Порівняйте значення  $r$ , отримані різними методами (по формулі і за графіком  $P_n = f(R)$ ).

#### *Література*

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. – К: Техніка, 2001. – Т.2, розд.2.