

- Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2006. – Частина 1. – С.204-212.
2. Богданов І.Т. Комп'ютерна підтримка лабораторної роботи "Дослідження кола однофазного змінного струму при паралельному з'єднанні активно-реактивних навантажень // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Випуск 36. Серія: педагогічні науки: Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2006 – № 36. – Т. 2. – С.120-126.
 3. Нечипуренко А. Велічко С. Особливості використання комп'ютерного моделювання при вивченні квантової фізики // Наукові записки. – Випуск 60. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2005. – Частина 2. – С.210-215.

4. Сергієнко В.П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя: Монографія. – К.: НПУ, 2004. – 382 с.
5. Телпницький І.О. Елементи комп'ютерного моделювання: Навчальний посібник. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 208 с.

The article deals with theoretical and practical aspects of introducing the author's pedagogical programmer while learning the topic "The mixed junction of active reactive loads in the field of monophasic current" into the course of physics.

Key words: pedagogical software programs, computer modelling.

Отримано: 30.08.2006.

УДК 373.5.016:53

Т.В. Бодненко¹, В.І. Савченко²

¹Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького
²Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

ГРАФІЧНА НАОЧНІСТЬ ПРИ ВИВЧЕННІ ЗАКОНУ ОМА

У статті розглядається актуальне питання вивчення закону Ома для неоднорідних ділянок кола, оскільки на сьогоднішній день вивчається закон Ома для однорідних ділянок кола. Показано, як проводити узагальнення і систематизацію знань учнів за допомогою графіків.

Ключові слова: закон Ома, систематизація знань, графічна наочність.

При вивченні електродинаміки в школі основна увага приділяється закону Ома для ділянки кола із активним опором чи для замкнутого кола, що містить джерело струму. Однак, практичні уміння і навички учні відпрацьовують при складанні електричних кіл із активними опорами, а також із електродвигунами, акумуляторами. Тому нижче подані задачі на розрахунок кіл постійного струму, які зручно розв'язувати, виходячи із міркувань збереження і перетворення енергії.

Вже при вивченні кінематики учні ознайомлюються із графіком проекції переміщення $S_x = S_x(t)$ для зворотно-поступального руху тіл. Одержані відомості можуть слугувати тим ефективним пропедевтичним засобом, який забезпечує наступність у змісті навчального матеріалу теми "Закони постійного струму".

Розглянемо послідовно деякі задачі.

При побудові графіків досить нанести на координатну сітку кілька точок і з'єднати.

Задача 1. Існує джерело напруги, ЕРС якого ε та внутрішній опір r , замкнуте на реостат з опором R . Виразити потужність струму у зовнішньому колі P_k , повну потужність P_n і ККД джерела як функцію сили струму. Побудувати графіки цих функцій.

Очевидно, що при $P_n = I\varepsilon$, потужність що виділяється у зовнішньому колі $P_k = I^2R$, потужність, що виділяється на внутрішньому опорі $P_e = I^2r$. Тоді $I\varepsilon = I^2R + I^2r$, або $P_k = I\varepsilon - I^2r$ (1).

Скористаємось аналогічною залежністю, відомою із кінематики $S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ (2), коли $S_x = -\frac{v_{0x}^2}{2a_x}$ при

$$t = -\frac{v_{0x}}{a_x}.$$

Порівнюючи формули (1) і (2), запишемо $S_x \rightarrow P_k$;

$$t \rightarrow I; \frac{a_x}{2} \rightarrow -r, a_x \rightarrow -2r; v_{0x} \rightarrow \varepsilon. \text{ Тому } P_k = \frac{\varepsilon^2}{4r} \text{ при}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{2r}. \text{ Із формули (1) видно, що } P_k = 0 \text{ при } I = 0 \text{ і } I = \frac{\varepsilon}{r}.$$

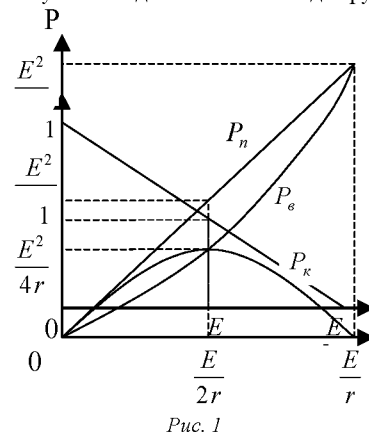
Потужність $P_e = I^2r$. При $I = 0$ $P_e = 0$, при $I = \frac{\varepsilon}{r}$

$$P_e = \frac{\varepsilon^2}{r}, \text{ а при } I = \frac{\varepsilon}{2r} \text{ } P_e = \frac{\varepsilon^2}{4r}.$$

$$\text{При тих же значеннях сили струму } P_n = 0, P_n = \frac{\varepsilon^2}{r}, P_n = \frac{\varepsilon^2}{2r}. \text{ Тоді ККД } \eta = \frac{P_k}{P_n} = \frac{\varepsilon I - I^2 r}{\varepsilon I} = 1 - \frac{I r}{\varepsilon}.$$

При струмі $I = 0$ ККД дорівнює одиниці, при струмі $I = \frac{\varepsilon}{r}$ $\eta = 0$ (це той випадок, коли зовнішній опір дорівнює нулю і $P_k = 0$), а якщо $I = \frac{\varepsilon}{2r}$, то $\eta = \frac{1}{2}$.

Для наочного тлумачення одержаних результатів будуть графіки усіх знайдених величин від струму (рис. 1).



Задача 2. Електродвигун, опір обмотки якоря якого дорівнює R , живиться від джерела постійної напруги U , при цьому через нього проходить струм I . Обчислити споживану двигуном потужність, потужність, що втрачається на нагрівання і ККД двигуна. Проаналізувати залежність вказаних величин від струму у двигуні.

Від джерела двигун відбирає потужність $P = IU$, на нагрівання витрачається теплова потужність $P_E = I^2R$. В цьому випадку робота електричного поля зумовлює нагрівання двигуна і виконання ним механічної роботи A_M , тому $IUt = I^2Rt + A_M$; $IU = I^2R + P_M$ звідки $P_M = IU - I^2R$ (3).

Скористаємось аналогічною формулою (2). За аналогією $S_x \rightarrow P_M$; $v_{0x} \rightarrow U$; $\frac{a_x}{2} \rightarrow -R$, $t \rightarrow I$.

$$\text{Тому максимальне значення } P_M = \frac{U^2}{4R} \text{ при } I = \frac{U}{2R}.$$

Теплова потужність із збільшенням струму зростає за квадратичним законом: $P_T = 0$ ($I = 0$), $P_T = \frac{U^2}{4R}$ ($I = \frac{U}{2R}$),

$$P_T = \frac{U^2}{R} \quad (I = \frac{U}{R}).$$

Потужність, одержана двигуном від джерела, зростає за лінійним законом: $P = 0$ ($I = 0$), $P = \frac{U^2}{2R}$ ($I = \frac{U}{2R}$),

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (I = \frac{U}{R}).$$

ККД із збільшенням струму зменшується – збільшується потужність теплових втрат в обмотці:

$$\eta = \frac{P_M}{P} = \frac{IU - I^2R}{IU} = 1 - \frac{IR}{U}. \text{ При } I = 0 \quad \eta = 1, \text{ при } I = \frac{U}{R}$$

$$\eta = 0, \text{ при } I = \frac{U}{2R} \quad \eta = \frac{1}{2} \text{ (рис. 2).}$$

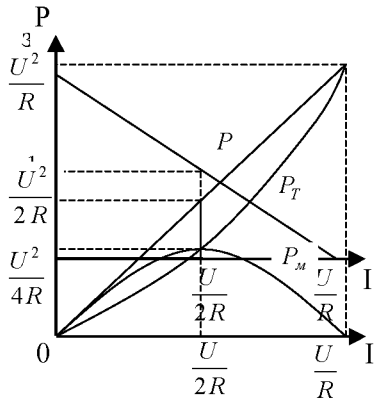


Рис. 2

Задача 3. Акумулятор з внутрішнім опором r необхідно підзарядити за допомогою джерела постійної напруги U . Знайти потужність, що витрачається на підзарядку, потужність теплових втрат на внутрішньому опорі акумулятора, потужність, що споживається від джерела і ККД джерела. Проаналізувати залежність цих величин від ЕРС акумулятора і побудувати відповідні графіки.

В даному випадку $IU = I^2r + I\varepsilon$, де $I\varepsilon = P_n$, $I^2r = P_T$. Закон Ома має вигляд $I = \frac{U - \varepsilon}{r}$. Тому

$$P_{II} = I\varepsilon = \frac{(U - \varepsilon)\varepsilon}{r} = \frac{U\varepsilon - \varepsilon^2}{r} \text{ або } P_{II} = \frac{U}{r}\varepsilon - \frac{1}{r}\varepsilon^2 \quad (4).$$

Порівняємо цю формулу із формулою (2). Прослідуються такі аналогії: $S_x \rightarrow P_{II}$; $\vartheta_{0x} \rightarrow \frac{U}{r}$, $t \rightarrow \varepsilon$,

$$\frac{a_x}{2} \rightarrow -\frac{1}{r}, \quad a_x \rightarrow -\frac{2}{r}.$$

Тому максимальне значення $P_{II} = -\frac{U^2r}{-4r^2} = \frac{U^2}{4r}$, коли $\varepsilon = -\frac{Ur}{-2r} = \frac{U}{2}$; $P_{II} = 0$, коли $\varepsilon = 0$ і $\varepsilon = U$.

Потужність теплових втрат

$$P_T = I^2r = \frac{(U - \varepsilon)^2r}{r^2} = \frac{(U - \varepsilon)^2}{r}. \text{ Якщо } \varepsilon = 0, \text{ то } P_T = \frac{U^2}{r},$$

якщо $\varepsilon = \frac{U}{2}$, $P_T = \frac{U^2}{4r}$, коли $\varepsilon = U$, то $P_T = 0$.

$$\text{Споживана потужність } P = IU = \frac{(U - \varepsilon)U}{r} = \frac{U^2 - U\varepsilon}{r}$$

зменшується за лінійним законом: $P = \frac{U^2}{r}$ (коли $\varepsilon = 0$),

$$P = \frac{U^2}{2r} \text{ (коли } \varepsilon = \frac{U}{2}), P = 0 \text{ (коли } \varepsilon = 0).$$

$$\text{ККД акумулятора } \eta = \frac{I\varepsilon}{IU} = \frac{\varepsilon}{U}.$$

Графіки одержаних залежностей показані на рис. 3.

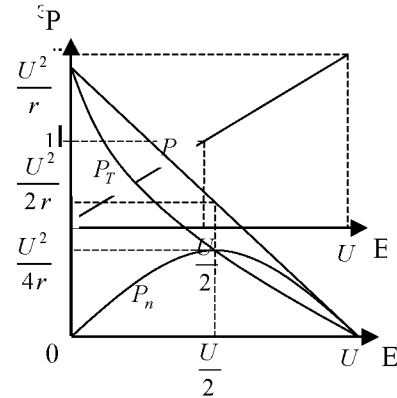


Рис. 3

Задача 4. Яку максимально корисну потужність (потужність, що виділяється на зовнішньому опорі) може виділити акумулятор з ЕРС = 10 В та внутрішнім опором $r = 1$ Ом?

За визначенням електрична потужність $P = IU$.

Із закону Ома $I = \frac{\varepsilon - U}{r}$. Тому $P = \frac{(\varepsilon - U)U}{r}$, звідки

$$P = \frac{\varepsilon}{r}U - \frac{1}{r}U^2 \quad (5)$$

Видно, що $S_x \rightarrow P$, $\vartheta_{0x} \rightarrow \frac{\varepsilon}{r}$, $t \rightarrow U$, $\frac{a_x}{2} \rightarrow -\frac{1}{r}$,

$$a_x \rightarrow -\frac{2}{r} \text{ і } P = \frac{\varepsilon^2r}{2r^2} = \frac{\varepsilon^2}{4r}. P = 25 \text{ Вт. При цьому}$$

$$U = \frac{\varepsilon r}{2r} = \frac{\varepsilon}{2}, I = \frac{\varepsilon - \frac{\varepsilon}{2}}{r} = \frac{\varepsilon}{2r}, \text{ а } R = \frac{U}{I} = \frac{\varepsilon \cdot 2r}{2\varepsilon} = r.$$

Це найпростіший спосіб визначення зовнішнього опору, при якому корисна потужність максимальна [4; 6; 7; 8; 9].

Список використаних джерел:

1. Борис М.М., Столярчук Д.С. Систематизація та узагальнення знань учнів у процесі вивчення фізики за допомогою графіків // Комплексне використання дидактичних засобів у навчанні фізики. – К.: 1983. – С.41-48.
2. Бутиков Е.И., Быков А.А., Кондратьев А.С. Физика в примерах и задачах. – М.: Наука, 1989. – 464 с.
3. Карнаухова А.А., Литвиненко Н.А. Рассмотрение закона Ома для различных участков цепи // Физика в школе. – 1985. – №6. – С.48-49.
4. Коржув А.В. Мощность в цепи постоянного тока // Квант. – 1989. – № 8. – С.67-71.
5. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика: підручник для 9 класу середніх шкіл. – Ірпінь: Перун, 2001. – 232 с.
6. Новиков А.М. Об донной задаче на закон Ома для полной цепи // Физика в школе. – № 1. – 1966. – С.90.
7. Римкевич П.А. Електрорушійна сила // Методика викладання фізики. – Вип. 7. – К.: Рад. школа. – 1972. – С.40-44.
8. Ростовцев Н.М. Источник тока с изменяемым внутренним сопротивлением и его применения // Физика в школе. – 1985. – №6. – С.60-63.
9. Турьшиев И.К. Решение задач по физике с исследованием // Физика в школе. – № 1. – 1966. – С.88-89.

In the article the actual question of study of law of Ohm is examined for the heterogeneous areas of circle, as for today the law of Ohm is studied for the homogeneous areas of circle. It is retined, how to conduct generalization and systematization of knowledge's of students by the graphs.

Key words: law of Ohm, systematization, knowledge, student.

Отримано: 31.08.2006.