

## § 39. Енергія магнітного поля

Явище самоіндукції підтверджує дію закону збереження і перетворення енергії в електромагнітних явищах.

Як відомо, унаслідок явища самоіндукції при замиканні електричного кола виникає ЕРС самоіндукції  $\mathcal{E}_{si}$ . За умови, що сила струму в колі не змінюється, ЕРС самоіндукції дорівнює нулю. Такий стан в електричному колі виникає тому, що за рахунок енергії джерела струму виконується робота з компенсації ЕРС самоіндукції. Це аналогічно випадку, коли для надання нерухомому тілу певної швидкості потрібно виконати певну роботу з подолання інерції.

Будь-які зміни сили струму в котушці викличуть появу ЕРС індукції й приведуть до виконання роботи джерелом струму для компенсації її дії. Ця робота дорівнює енергії магнітного поля котушки чи провідника.

Для компенсації цієї ЕРС джерело струму виконує роботу з переміщення заряджених частинок, загальний заряд яких дорівнює  $Q$ . Узявши до уваги, що  $|\mathcal{E}_{si}| = \frac{L\Delta I}{\Delta t}$  і те, що  $A = Q\mathcal{E}$ , одержимо значення виконаної роботи для явища самоіндукції:

$$A = \frac{QL\Delta I}{\Delta t}.$$

120



**ЕРС самоіндукції залежить від індуктивності провідника і швидкості зміни сили струму в ньому.**

При цьому сила струму в колі змінюється від нуля до  $I_{max}$ , яке дорівнює  $I_0$ . За означенням  $Q = I\Delta t$ .

Оскільки при замиканні кола струм не має сталого значення, то для спрощення розрахунків вважатимемо, що сила струму лінійно змінюється з плином часу. Тоді значення сили

$$\text{струму } I = \frac{I_{max}}{2} = \frac{I_0}{2}.$$

Отже,

$$A = \frac{LI_0\Delta t}{2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

Зміна сили струму  $\Delta I$  за інтервал часу  $\Delta t$  дорівнюватиме  $I_0$ .

Робота, виконана джерелом струму, дорівнюватиме енергії магнітного поля котушки зі струмом:

$$W_{\text{м}} = \frac{LI_0\Delta t}{2} \cdot \frac{I_0}{\Delta t} = \frac{LI_0^2}{2}.$$

**Енергія магнітного поля котушки зі струмом пропорційна індуктивності котушки і квадрату сили струму в ній.**



1. Від яких величин залежить енергія магнітного поля провідника зі струмом?
2. Які перетворення енергії відбуваються під час замикання електричного кола з індуктивністю?
3. Які перетворення енергії відбуваються під час розмикання електричного кола з індуктивністю?



### Вправа 21

1. Пояснити перетворення енергії, які відбуваються в таких процесах:

а) магнітна стрілка відхиляється поблизу провідника, в якому з'являється струм;

б) електромагніт притягує до себе залізне осердя;

в) з електромагніта, обмоткою якого проходить струм, виймають залізне осердя;

г) постійний магніт притягує шматок заліза.

2. На котушку опором 8,2 Ом подається стала напруга 55 В. Яка енергія магнітного поля котушки, якщо її індуктивність 25 мГн?

3. Обмотка електромагніта має опір 10 Ом, індуктивність 0,2 Гн і знаходиться під постійною напругою. За який інтервал часу в обмотці виділиться така сама кількість теплоти, як і енергія магнітного поля в осерді?

121

## § 40. Змінний струм

Життя сучасного суспільства не можна уявити без використання енергії електричного струму. Завдяки йому здійснюються численні технологічні процеси, працюють машини, засоби зв'язку і комунікацій, забезпечується комфортне життя людини.

Досвід використання енергії електричного струму показав, що найзручнішим в технологічному плані є використання змінного електричного струму, зокрема такого його виду, коли сила струму і напруга змінюються з часом за законами синуса або косинуса.