

# Електродинаміка рухомих провідників

## 1 Робота по переміщенню провідника в магнітному полі

На елементи контуру зі струмом у зовнішньому магнітному полі діє сили Ампера.

Тому при переміщенні контуру або його елементів ці сили виконуватимуть роботу. Знайдемо цю роботу.

Нехай контур із рухомою перемичкою довжиною  $l$  знаходиться в однорідному магнітному полі  $\mathbf{B} = \text{const}$ , яке перпендикулярне до площини контуру. У контурі та по перемичці тече постійний електричний струм  $I = \text{const}$ .

Сила Ампера, що діє на перемичку зі струмом, спрямована вздовж осі  $x$  та згідно та дорівнює:

$$F_x = \frac{I}{c} Bl.$$

Робота цієї сили дорівнює:

$$\delta A = F_x dx = \frac{I}{c} B l dx = \frac{I}{c} B dS,$$

де  $dS$  — збільшення площі контуру. Виберемо нормаль  $\mathbf{n}$  до площини контуру так, щоб вона утворювала правогвинтову систему із напрямом струму  $I$ . Тоді, вводячи потік вектор магнітної індукції  $d\Phi = \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$ :

$$\delta A = \frac{I}{c} d\Phi.$$

Для кінцевого переміщення перемички маємо:

$$A = \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} \frac{I}{c} d\Phi = \frac{I}{c} (\Phi_2 - \Phi_1).$$

де  $\Phi_1$  та  $\Phi_2$  — магнітні потоки крізь замкнутий контур у початковому та кінцевому положеннях перемички.

Розглянемо загальний випадок переміщення контуру зі струмом у магнітному полі.

Нехай контур зі струмом довільної форми здійснює у неоднорідному постійному магнітному полі деяке переміщення, в процесі якого контур може деформуватись.

Уявно розіб'ємо такий контур на нескінченно малі елементи струму  $I d\mathbf{l}$  і розглянемо їх нескінченно малі переміщення  $\Delta \mathbf{r}$ . Магнітне поле, в якому переміщується кожен елемент контуру  $I d\mathbf{l}$ , можна вважати однорідним протягом малого переміщення  $\Delta \mathbf{r}$ . Робота сили Ампера по переміщення кожного елемента струму дорівнює:

$$A = \int \Delta \mathbf{r} \cdot d\mathbf{F} = \frac{I}{c} \oint_L \Delta \mathbf{r} \cdot [d\mathbf{l} \times \mathbf{B}] = \frac{I}{c} \mathbf{B} \cdot \oint_L [\Delta \mathbf{r} \times d\mathbf{l}] = \frac{I}{c} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}.$$