

Електромагнітна індукція

Електромагнітна індукція – виникнення електричного струму в провідному контурі, який або нерухомий у змінному магнітному полі, або переміщується в постійному магнітному полі так, що кількість ліній магнітної індукції, що перетинають контур, змінюється.

В котушці (замкнений провідник) під дією змінного магнітного поля виникає струм, який називають **індукційним струмом**.

Електричне поле приводить в рух вільні електричні заряди в контурі, викликаючи появу індукційного електричного струму. Його називають **вихровим електричним полем**.

Якщо вектори \vec{B} і \vec{v} розміщені під кутом один до одного, то

$$\varepsilon_i = -Blv \sin \alpha.$$

Особливо великі індукційні струми виникають у масивних провідниках через їх малий опір. Ці струми названо **струмами Фуко** на честь французького фізика, який їх досліджував. Вихрові струми здебільшого шкідливі і тому, щоб зменшити їх вплив, вживають спеціальних заходів. Наприклад, у трансформаторах, електродвигунах суцільні деталі із заліза заміняють на виготовлені з окремих, тонких, ізольованих пластинок або проводів. Це збільшує опір для проходження вихрових струмів і зменшує нагрівання.

Електрорушійна сила – це фізична величина, що характеризує роботу сторонніх сил по переміщенню електричного заряду.

$$\varepsilon = \frac{A_{cm}}{q}$$

Закон електромагнітної індукції. ЕРС індукції в замкненому контурі дорівнює за модулем швидкості зміни магнітного потоку через поверхню обмежену контуром.

$$\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Правило Ленца індукційний струм, що виникає в замкненому контурі, протидіє зміні магнітного потоку, який збуджує цей струм.

Самоіндукція – явище виникнення електрорушійної сили в провіднику під час зміни сили струму в ньому самому.

Індуктивність – це фізична величина, що характеризує ЕРС індукції при зміні струму на 1 А за 1с.

Це коефіцієнт пропорційності між струмом у провідному контурі і створеним ним магнітним потоком, що пронизує цей контур:

$$\Phi = LI$$

Використовуючи закон електромагнітної індукції $\varepsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ і вираз $\Phi = LI$ за умови, що форма контуру залишається незмінною, дістаємо рівність

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Індуктивність, як і електроємність, залежить від геометричних чинників: від розмірів провідника і його форми, але не залежить безпосередньо від сили струму в провіднику. Крім того, індуктивність залежить від магнітних властивостей середовища, в якому знаходиться провідник. Наприклад, індуктивність соленоїда (довгої котушки, обкрученої провідником):

$$L = \mu \mu_0 n^2 V$$

де μ_0 - магнітна стала; n - кількість витків на одиницю довжини

$$n = \frac{N}{l}; V = Sl - \text{об'єм соленоїда.}$$

Одиниця індуктивності в СІ - генрі (Гн). Індуктивність провідника дорівнює 1 Гн, якщо в ньому із зміною сили струму на 1 А за 1 с виникає ЕРС самоіндукції 1 В:

$$1 \text{ Гн} = \frac{1 \text{ В}}{1 \frac{\text{А}}{\text{с}}} = 1 \frac{\text{В} \times \text{с}}{\text{А}} = 1 \frac{\text{Вб}}{\text{А}}$$

Енергія W_m магнітного поля котушки індуктивності дорівнює половині добутку її індуктивності на квадрат сили струму в ній:

$$W_m = \frac{LI^2}{2}$$

Як і у випадку з конденсатором, ця енергія міститься безпосередньо в об'ємі магнітного поля, а густина енергії $w_m = W_m$ за розрахунками

$$w_m = \frac{B^2}{2\mu\mu_0}$$

де μ_0 - магнітна стала, значення якої в СІ дорівнює $4\pi \cdot 10^{-7} = \text{Н/А}^2$. Цей вираз справедливий не тільки для однорідного поля, але і для довільних змінних магнітних полів.