

Дата 28.03.2024

Група: 23

Предмет: «Обладнання та інструмент»

Тема 4. Елементи магнітного кола

УРОК: 24-25

Тема: Розрахунок магнітних кіл. Закони магнітних кіл

Мета:

- Ознайомлення з основними поняттями про елементи магнітного поля, розрахунок магнітних кіл при постійному струмі, розгалужене магнітне коло, призначення та використання електромагнітного кола.
- Виховати зацікавленість та компетентність до обраної професії.

ХІД УРОКУ

Розрахунок магнітних кіл є важливим процесом в електротехніці та електромеханіці, який використовується для аналізу та проектування систем, що включають магнітні поля, наприклад, в трансформаторах, електродвигунах, генераторах та індукційних нагрівальних пристроях. Цей процес передбачає визначення основних параметрів магнітного кілка, таких як магнітний потік, магнітна індукція, магнітна проникність, інтенсивність магнітного поля, а також розрахунок магнітного опору кілка.

Ключовою ідеєю при розрахунку магнітних кіл є аналогія з електричними кілками. Так само, як в електричних кілках використовуються закони Ома та Кірхгофа для розрахунку струмів та напруг, в магнітних кілках використовують аналогічні закони для розрахунку магнітних потоків та магнітних напруг. Однак, на відміну від електричних кіл, де параметри зазвичай залишаються константними, у магнітних кілках величини, такі як магнітна проникність, можуть змінюватися в залежності від інтенсивності магнітного поля, що ускладнює розрахунки.

Розрахунок магнітних кіл часто включає використання спеціалізованих математичних методів та комп'ютерних програм, що дозволяють моделювати складні магнітні системи та оптимізувати їх конструкції для досягнення необхідних характеристик.

Розрахунок магнітних кіл, як правило, здійснюється за наступними основними кроками:

1. **Визначення геометрії кілка та матеріалів.** На першому етапі необхідно визначити конфігурацію магнітного кілка, його розміри та матеріали, з яких він складається. Важливо знати магнітні властивості матеріалів, особливо магнітну проникність.
2. **Розділення кілка на ділянки.** Магнітне кілко поділяється на окремі ділянки, в межах яких можна вважати, що магнітні параметри (наприклад, магнітна індукція та інтенсивність магнітного поля) є постійними.
3. **Використання основних магнітних законів:**

- **Закон Ома для магнітного кілка:**

аналог до електричного закону Ома, застосовується для обчислення магнітного потоку (Φ) через магнітне кілко, де магнітна напруга (V_m) еквівалентна електричній напрузі, а магнітний опір (R_m) еквівалентний електричному опору.

$$\Phi = V_m/R_m$$

- Закони Кірхгофа для магнітних кіл:

застосовуються для розрахунку розподілу магнітного потоку у складних кілках з кількома магнітопроводами.

4. **Розрахунок магнітного опору (R_m).** Магнітний опір для кожної ділянки розраховується за формулою: $R_m = l/A$, де (l) – довжина ділянки магнітопроводу, (μ) – магнітна проникність матеріалу, а (A) – площа поперечного перерізу ділянки.
5. **Визначення магнітних потоків та інтенсивності магнітного поля.** Використовуючи розрахункові магнітні опори та прикладені магнітні напруги, обчислюються магнітні потоки у різних частинах кілка. Для розрахунку інтенсивності магнітного поля (H) використовують відповідну до закону Ома залежність.
6. **Перевірка на насичення.** Для ділянок магнітопроводу, де матеріал може досягати насичення, необхідно перевірити, чи інтенсивність магнітного поля не перевищує критичного значення для даного матеріалу.
7. **Аналіз результатів і коригування проекту.** На основі отриманих результатів проводиться аналіз ефективності магнітного кілка. Якщо необхідно, проект коригується для досягнення кращих характеристик.

Цей процес може бути досить складним, особливо для кілок зі складною геометрією або коли матеріали мають нелінійні магнітні властивості. Сучасне програмне забезпечення для моделювання магнітних полів може значно спростити цей процес, дозволяючи проводити точні розрахунки та візуалізацію розподілу магнітних полів у магнітних кілках.

Розрахункова схема магнітного кола

За аналогією з розрахунковими схемами електричного кола складаються розрахункові схеми магнітного кола. Наприклад, для магнітного кола, приведеного на рисунку 1, розрахункова схема має вигляд.

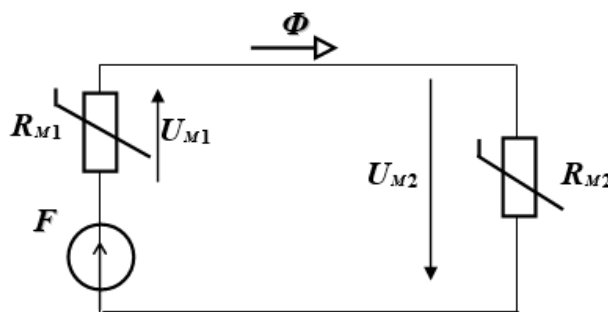


Рис. 1. Розрахункова схема магнітного кола

На даній схемі позначені наступні величини:

F – намагнічуюча сила або магніторушійна сила (МРС), А;

R_{M1}, R_{M2} – магнітні опори ділянок кола, 1/Гн;

U_{M1}, U_{M2} – магнітні напруги на ділянках кола, А;

Φ – магнітний потік, Вб.

Закони магнітних кіл

Закон Ома для ділянки магнітного кола без джерела МРС формулюється так: магнітний потік прямо пропорційний магнітній напрузі на ділянці кола і зворотно пропорційний магнітному опору ділянки кола.

Магнітний потік вимірюється в веберах (символ: Wb) у системі SI (Міжнародна система одиниць). Вебер визначається як магнітний потік, при якому електричний заряд у один кулон, що переміщується через цей потік зі швидкістю один метр за секунду, відчуває силу в один ньютон. Вебер є похідною одиницею, яка також може бути виражена через інші базові одиниці SI як $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$ (кілограм на метр в квадраті на секунду в квадраті на ампер).

Математичний запис закону

$$\Phi = \frac{U_M}{R_M},$$

де Φ – магнітний потік на ділянці кола, Вб (веберах);

U_M – магнітна напруга на ділянці кола, А;

R_M – магнітний опір ділянки кола, 1/Гн(генрі) магнітний опір вимірюється в ампер-витках на вебер (А х вт/Вб) що еквівалентно, в генрі в зворотньому (1/Гн)

За аналогією з електричним колом запишемо рівняння за законами Ома для магнітного кола (рисунок 1). Наприклад, для ділянки нерозгалуженого магнітного кола з магнітним опором R_{M1} даний вираз буде виглядати так

$$\Phi_1 = \frac{U_{M1}}{R_{M1}}.$$

Закон Ома для замкненого магнітного кола з джерелом МРС формулюється так: магнітний потік дорівнює відношенню магніторушійної сили до суми магнітних опорів кола. Математичний запис даного закону

$$\Phi = \frac{F}{\sum R_M},$$

де F – магніторушійна сила, А;

$\sum R_M$ – сума магнітних опорів кола, 1/Гн.

Наприклад, для замкненого магнітного кола з однією МРС і двома ділянками з різним магнітним опором (рисунок 1) даний вираз буде виглядати так

$$\Phi = \frac{F}{R_{M1} + R_{M2}}.$$

Розглянемо розгалужене магнітне коло (рисунок 2), на підставі якого складемо розрахункову схему розгалуженого магнітного кола (рисунок 3).

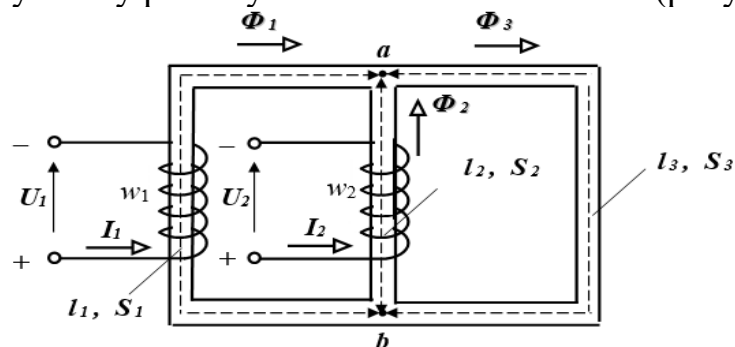


Рис. 2. Конструктивна схема розгалуженого магнітного кола

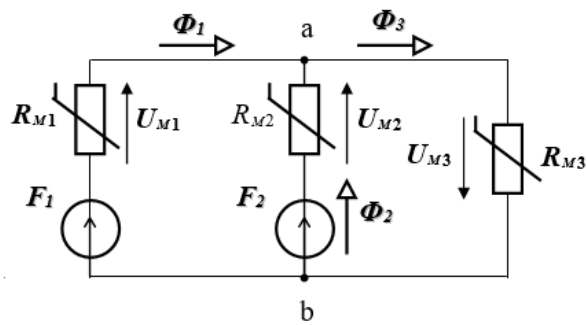


Рис. 3. Розрахункова схема розгалуженого магнітного кола

Перший закон Кірхгофа, також відомий як закон Кірхгофа для струмів, стверджує, що сума усіх струмів, які приходять до вузла (точки розгалуження) в електричній мережі, дорівнює сумі усіх струмів, що відходять від цього вузла. Іншими словами, алгебраїчна сума струмів в будь-якій точці електричного кілка дорівнює нулю. Це закон збереження електричного заряду.

Математичний запис першого закону Кірхгофа:

$$\sum_{i=1}^n \Phi_i = 0.$$

Наприклад, для вузла «а» розгалуженого магнітного кола (рисунок 3), даний вираз буде виглядати так

$$\Phi_1 + \Phi_2 - \Phi_3 = 0.$$

Другий закон Кірхгофа для замкненого контуру магнітного кола формулюється так: алгебраїчна сума магніторушійних сил у контурі дорівнює алгебраїчній сумі добутків магнітних опорів (які входять у контур) на магнітний потік (який протікає в даних опорах).

Математичний запис другого закону Кірхгофа:

$$\sum_{i=1}^n F_i = \sum_{i=1}^n R_{Mi} \Phi_i.$$

Наприклад, для замкненого контуру розгалуженого магнітного кола (рисунок 3) з магнітними опорами R_{M1} , R_{M2} та джерелами магніторушійних сил F_1 , F_2 , даний вираз буде виглядати так:

$$F_1 - F_2 = R_{M1} \Phi_1 - R_{M2} \Phi_2.$$

Домашнє завдання:

- ✓ **Опрацювати матеріал.**
- ✓ **Виконати короткий конспект**
- ✓ **Фотографію конспекту надіслати викладачу mTanatko@ukr.net**