
Электромагнитная индукция

4.1 Явление электромагнитной индукции

Электромагнитная индукция:

Явление возникновения электрического тока в проводящем контуре при изменении магнитного потока через этот контур.

Условие:

Изменение магнитного потока может быть вызвано движением магнита относительно контура, изменением силы тока в проводнике, изменением площади контура в магнитном поле и др.

4.2 Магнитный поток

Магнитный поток (Φ):

Физическая величина, характеризующая количество линий магнитного поля, пронизывающих данную поверхность.

Формула:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\alpha)$$

где:

- Φ – магнитный поток,
- B – индукция магнитного поля,
- S – площадь поверхности,
- α – угол между нормалью к поверхности и вектором магнитной индукции.

Единица измерения:

Вебер (Вб).

4.3 Закон электромагнитной индукции Фарадея

Формулировка:

ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения магнитного потока через этот контур, взятой с обратным знаком.

Формула:

$$\epsilon_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

где:

- $\epsilon_{\text{инд}}$ – ЭДС индукции,
- $\Delta\Phi$ – изменение магнитного потока,
- Δt – время, за которое произошло изменение магнитного потока.

4.4 Правило Ленца

Формулировка:

Индукционный ток имеет такое направление, что его магнитное поле противодействует изменению магнитного потока, вызвавшего этот ток.

Значение:

Правило Ленца определяет направление индукционного тока.

Влияние:

Индукционный ток стремится сохранить магнитный поток через контур неизменным.

4.5 Самоиндукция

Самоиндукция:

Явление возникновения ЭДС (электродвижущей силы) в проводнике при изменении силы тока в этом же проводнике.

Суть явления:

Когда ток в проводнике (например, в катушке индуктивности) меняется, создаваемое им магнитное поле тоже меняется. Это изменение магнитного поля, в свою очередь, индуцирует ЭДС в самом проводнике, который и создал это поле. Эта индуцированная ЭДС называется ЭДС самоиндукции.

Направление ЭДС самоиндукции:

Согласно правилу Ленца, ЭДС самоиндукции всегда направлена так, чтобы препятствовать изменению тока, вызвавшему её.

- Если ток в цепи возрастает, ЭДС самоиндукции направлена против тока, стремясь уменьшить его нарастание.
- Если ток в цепи убывает, ЭДС самоиндукции направлена в ту же сторону, что и ток, стремясь замедлить его убывание.

Индуктивность (L):

Это физическая величина, характеризующая способность проводника (катушки) создавать ЭДС самоиндукции при изменении тока в нем. Индуктивность измеряется в Генри (Гн).

- Чем больше индуктивность, тем больше ЭДС самоиндукции возникает при заданном изменении тока.
- Индуктивность зависит от геометрических размеров и формы проводника (катушки), а также от магнитной проницаемости среды, в которой он находится.

Формула для ЭДС самоиндукции:

$$\epsilon = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

где:

- ϵ - ЭДС самоиндукции (В),
- L - индуктивность (Гн),
- ΔI - изменение силы тока (А),
- Δt - изменение времени (с).

Энергия магнитного поля катушки индуктивности:

Катушка с током накапливает энергию в своем магнитном поле. Эта энергия может быть вычислена по формуле:

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

где:

- W - энергия магнитного поля (Дж),
- L - индуктивность (Гн),
- I - сила тока (А).

Применение самоиндукции:

- Катушки индуктивности в электрических цепях: Используются для сглаживания пульсаций тока, создания колебательных контуров, фильтрации частот и других целей.
- Трансформаторы: Работают на основе явления взаимной индукции, которое тесно связано с самоиндукцией.
- Системы зажигания в автомобилях: Для создания высоковольтного импульса для поджига топливно-воздушной смеси.
- Индукционные нагреватели: Для бесконтактного нагрева металлических деталей.

4.6 Индуктивность

Индуктивность (L):

Физическая величина, характеризующая способность контура создавать магнитное поле при прохождении через него электрического тока.

Формула:

$$L = \frac{\Phi}{I}$$

где:

- L – индуктивность,
- Φ – магнитный поток,
- I – сила тока.

Единица измерения:

Генри (Гн). $1 \text{ Гн} = 1 \text{ Вб/А}$.

ЭДС самоиндукции:

$$\epsilon_{\text{самоинд}} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

4.7 Энергия магнитного поля

Энергия магнитного поля ($W_{\text{м}}$):

Энергия, запасенная в магнитном поле катушки с током.

Формула:

$$W_{\text{м}} = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

где:

- $W_{\text{м}}$ – энергия магнитного поля,
- L – индуктивность,
- I – сила тока.