

Электрическая индукция и её связь с индуктивным сопротивлением Акопов В. В.

Акопов Вачакан Ваграмович / Akopov Vachakan Vagramovich – учитель физики,
Муниципальное образовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 6,
с. Полтавское, Курский район, Ставропольский край

Аннотация: в статье рассматривается связь между электрической индукцией и индуктивным сопротивлением. Полученную формулу можно использовать для углубленного изучения учащимися раздела «Электродинамика» и при решении задач.

Ключевые слова: электрическая индукция, индуктивное сопротивление, магнитное сопротивление, циклическая частота, магнитная индукция, индуктивность, число витков.

Магнитное сопротивление - это характеристика магнитной цепи.

Известно, что магнитное сопротивление магнитной цепи обратно пропорционально индуктивности контура и выражается следующей формулой:

$$R_m = \frac{N}{L}, \quad (1)$$

где N – число витков контура [1, с. 42].

Магнитное сопротивление контура прямо пропорционально электрической индукции и обратно пропорционально магнитной индукции и выражается формулой:

$$R_m = \frac{\nu D}{B}, \quad (2)$$

где ν – частота электромагнитных колебаний [2, с. 7].

Приравняв выражения (1) и (2), получим:

$$\frac{N}{L} = \frac{\nu D}{B},$$
$$\text{отсюда } D = \frac{N \cdot B}{L \cdot \nu}. \quad (3)$$

Учитывая, что $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$, где ω – циклическая частота колебаний, то выражение (3) примет вид:

$$D = \frac{2\pi NB}{\omega \cdot L}. \quad (4)$$

Индуктивное сопротивление выражается формулой:

$$X_L = \omega L. \quad (5)$$

Используя выражения (4) и (5), получим:

$$D = \frac{2\pi NB}{X_L} \quad (6)$$

Таким образом, электрическая индукция прямо пропорциональна магнитной индукции и обратно пропорциональна индуктивному сопротивлению.

Задача 1. Магнитная индукция соленоида, содержащая 200 витков, равна 0,5 мТл. Каково индуктивное сопротивление соленоида, если его электрическая индукция составляет $0,05 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$?

Дано:
 $N = 200$ витков
 $B = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$
 $D = 0,05 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$

Решение:
Индуктивное сопротивление соленоида найдём из выражения (6):

$$D = \frac{2\pi NB}{X_L}, \text{ отсюда } X_L = \frac{2\pi NB}{D}.$$

$$X_L - ?$$

Подставляя исходные данные, получим:

$$X_L = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}}{0,05 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}} = 12,56 \text{ Ом}.$$

Ответ: $X_L = 12,56 \text{ Ом}$.

Задача 2. Индуктивное сопротивление соленоида, содержащего 100 витков, равно 6,28 Ом. Какова

магнитная индукция соленоида, если его электрическая индукция составляет $0,02 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$?

Дано:

$N = 100$ витков

$$X_L = 6,28 \text{ Ом}$$

$$D = 0,02 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

Решение:

Магнитную индукцию соленоида найдём из выражения (6):

$$D = \frac{2\pi NB}{X_L}, \text{ отсюда } B = \frac{D \cdot X_L}{2\pi N}.$$

Подставляя исходные данные в выражение, получим:

$$B = \frac{0,02 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \cdot 6,28 \text{ Ом}}{2 \cdot 3,14 \cdot 100} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} = 0,2 \text{ мТл}.$$

Ответ: $B = 0,2 \text{ мТл}$.

Задача 3. Электрическая индукция соленоида $0,08 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$, а индуктивное сопротивление равно 15,35

Ом. Сколько витков содержит соленоид, если магнитная индукция составляет 0,65 мТл?

Дано:

$$D = 0,08 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

$$X_L = 15,35 \text{ Ом}$$

$$B = 0,65 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

Решение:

Число витков соленоида найдём из выражения (6):

$$D = \frac{2\pi NB}{X_L}, \text{ отсюда } N = \frac{D \cdot X_L}{2\pi B}.$$

Подставляя исходные данные, получим:

$$N = \frac{0,08 \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \cdot 15,35 \text{ Ом}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,65 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} \approx 300 \text{ витков}.$$

Ответ: $N = 300$ витков.

Литература

1. Акопов В. В. О связи между магнитным сопротивлением и индуктивностью контура. // Физика в школе, 2014. № 1. 42–43 с.
2. Акопов В. В. Магнитное сопротивление и его связь с электрической индукцией. // Журнал «Наука, техника и образование». 5 (23), 2016. 7–9 с.