

много раз больше, чем воздуха. Поэтому поток индукции, а следовательно, и индукция магнитного поля в воздушной полости железного кольца практически равны нулю. Магнитное поле концентрируется («сгущается») внутри стенок кольца. На рис. 16.13 показано влияние железного кольца на ход линий индукции в зазоре между полюсами электромагнита.

Вопросы для повторения

1. Какой закон выражает вихревой характер магнитного поля? Докажите справедливость этого закона для какого-нибудь простейшего случая.
2. Найдите напряженность в произвольной точке магнитных полей, создаваемых тороидом и бесконечно длинным соленоидом.
3. Что называется магнитным потоком? В чем состоит теорема Остроградского—Гаусса для магнитного поля и каков ее физический смысл?
4. В чем состоят правила Кирхгофа для магнитных цепей?
5. Каким образом можно осуществить экранирование магнитного поля?

Примеры решения задач

Задача 16.1. В железном торе сделан поперечный прорез шириной l_1 . Радиус осевой окружности тора $R = 10$ см. По обмотке, имеющейся на торе и состоящей из $N = 3600$ витков, пропускается ток. При силе тока $I = 2$ А магнитная индукция в зазоре $B_1 = 10$ кГс, а относительная магнитная проницаемость железа $\mu_2 = 2000$. Определить ширину прореза l_1 , считая, что площадь S_1 поперечного сечения магнитной цепи в прорезе в 1,12 раза больше площади S_2 поперечного сечения тора.

Дано:

$$B_1 = 1 \text{ Т}$$

$$R = 0,1 \text{ м}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$N = 3600$$

$$\mu_2 = 2000$$

$$\mu_1 = 1 \text{ (воздух)}$$

$$(S_1/S_2) = 1,12$$

$$l_1 = ?$$

Решение. По формуле Гопкинсона (16.27), магнитный поток в зазоре

$$\Phi_m = \mathcal{E}_m / R_m,$$

где $\mathcal{E}_m = IN$ — магнитодвижущая сила, R_m — полное магнитное сопротивление цепи, равное сумме магнитных сопротивлений зазора (R_{m_1}) и железного сердечника (R_{m_2}): $R_m = R_{m_1} + R_{m_2}$.

По формуле (16.28) найдем R_{m_1} и R_{m_2} :

$$R_{m_1} = \frac{l_1}{\mu_1 \mu_0 S_1} \quad \text{и} \quad R_{m_2} = \frac{l_2}{\mu_2 \mu_0 S_2},$$

где $l_2 = 2\pi R - l_1$ — средняя длина железного сердечника. Таким образом,

$$\Phi_m = IN \left/ \left(\frac{l_1}{\mu_1 \mu_0 S_1} + \frac{2\pi R - l_1}{\mu_2 \mu_0 S_2} \right) \right. \quad (\text{а})$$

Магнитный поток в зазоре равен

$$\Phi_m = B_1 S_1. \quad (\text{б})$$

Из (а) и (б) после несложных преобразований получим

$$l_1 = \frac{\mu_1 \mu_2 \mu_0 IN - 2\mu_1 \pi R B_1 (S_1/S_2)}{[\mu_2 - \mu_1 (S_1/S_2)] B_1}.$$

Произведем вычисления в СИ:

$$l_1 = \frac{2000 \cdot 1,26 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 3600 - 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1,12}{(2000 - 1,12) \cdot 1} \text{ м} = 8,75 \cdot 10^{-8} \text{ м}.$$