

Практическое занятие 8. Магнетики.

Задача 1. Из экспериментальных данных следует, что при температуре 700°C намагниченность насыщения чистого железа J_{MS} составляет 0,55 намагниченности насыщения J_{M0} при $T = 0 \text{ K}$ и $J_{MS} = 0,296J_{M0}$ при температуре 750°C . Путем экстраполяции экспериментальных данных найдите температуру Кюри для железа.

Решение

Намагниченность насыщения резко падает по мере приближения к точке Кюри θ_K . В окрестности этой точки выполняется соотношение $y = J_{MS}/J_{M0} = \alpha\sqrt{1 - T/\theta_K}$, где α – константа для данного материала. Отсюда следует, что

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{\sqrt{1 - T_1/\theta_K}}{\sqrt{1 - T_2/\theta_K}}$$

и

$$\theta_K = \frac{T_2 y_1^2 - T_1 y_2^2}{y_1^2 - y_2^2} = \frac{1023(0,55)^2 - 973(0,296)^2}{(0,55)^2 - (0,296)^2} = 1042 \text{ K} = 769^{\circ}\text{C}.$$

Задача 2. Найти индуктивность соленоида, имеющего 200 витков, намотанных на диэлектрическое основание, длиной $l = 50 \text{ мм}$. Площадь поперечного сечения основания $S = 50 \text{ мм}^2$. Как изменится индуктивность катушки, если в нее введен цилиндрический ферритовый сердечник, имеющий магнитную проницаемость $\mu = 400$, определенную с учетом размагничивающего действия воздушного зазора?

Решение

Индуктивность соленоида, длина которого достаточно велика по сравнению с диаметром.

$$L_0 = \mu_0 \frac{n^2 S}{l} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7} \cdot (200)^2 \cdot 50 \cdot 10^{-6})}{50 \cdot 10^{-3}} = 50,2 \text{ мкГн}.$$

При введении магнитного сердечника индуктивность катушки возрастает пропорционально магнитной проницаемости сердечника:

$$L_1 = \mu_0 \mu \frac{n^2 S}{l} = \mu \cdot 50,2 \cdot 10^{-6} = 400 \cdot 50,2 \cdot 10^{-6} = 20 \text{ мГн}.$$

Задача 3. Кольцевой ферритовый сердечник со средним диаметром $d_{cp} = 25$ мм имеет воздушный зазор длиной 1 мм. При пропускании тока 0,17 А через обмотку сердечника, состоящую из 500 витков, в зазоре создается магнитная индукция $B_0 = 0,1$ Тл. Определить магнитную проницаемость феррита.

Решение

В соответствии с законом полного тока $H_M l_M + H_0 l_0 = nI$, где H_M, H_0 - напряженность магнитного поля в сердечнике и воздушном зазоре соответственно; l_M - средняя длина контура - линии магнитной индукции в сердечнике; l_0 - длина зазора.

Так как линии магнитной индукции непрерывны, то магнитная индукция в сердечнике $B_M = B_0$.

Учитывая, что $B_M = \mu_0 \mu H$, $B_0 = \mu_0 H_0$, получаем $B_0 l_M / (\mu_0 \mu) + B_0 l_0 / \mu_0 = nI$.

Отсюда магнитная проницаемость

$$\mu = \frac{B_0 l_M}{\mu_0 nI - B l_0} = \frac{B_0 (\pi d_{cp} - l_0)}{\mu_0 nI - B l_0} = \frac{0,1 \cdot (\pi \cdot 25 \cdot 10^{-3} - 10^{-3})}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 500 \cdot 0,17 - 0,1 \cdot 10^{-3}} = 1140.$$