

Семинар Трансформатор – решение задач

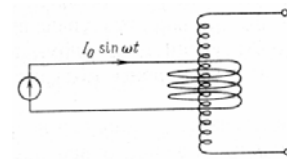
1. Первичная обмотка трансформатора включена в сеть с эффективным напряжением U_0 , при этом известно, что при сопротивлении активной нагрузки R во вторичной обмотке трансформатора течёт ток I . Найти коэффициент трансформации, если активное сопротивление вторичной обмотки равно r , а активным сопротивлением первичной обмотки можно пренебречь.

Примечание. Важно помнить, что коэффициент трансформации определяется как отношение ЭДС обмоток, а не напряжений на обмотках.

2. Если на первичную обмотку ненагруженного трансформатора подать напряжение $U_0 = 220 \text{ В}$, то напряжение на вторичной обмотке будет $U_1 = 127 \text{ В}$. Какое напряжение U_2 будет при $U_0 = 220 \text{ В}$ на нагрузке с сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$, подключенной ко вторичной обмотке этого трансформатора? Активное сопротивление первичной обмотки трансформатора $r_1 = 2 \text{ Ом}$, а вторичной $r_2 = 1 \text{ Ом}$. Внутреннее сопротивление генератора тока принять равным нулю.
3. Имеются два одинаковых идеальных трансформатора с коэффициентом трансформации 1:3. Первичная обмотка одного из них последовательно соединена со вторичной обмоткой второго и свободные концы этих обмоток включены в сеть переменного тока с напряжением 100 В. Вторичная обмотка первого трансформатора последовательно соединена с первичной обмоткой второго. Определить амплитуду переменного напряжения между свободными концами этих обмоток.

Решение. ЭДС индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока и количеству витков. В свою очередь при переменном токе магнитный поток вызывается током и тоже пропорционален количеству витков. Следовательно, для первичных обмоток обоих трансформаторов можно записать: $\varepsilon_i \sim n_i^2$, и $\varepsilon_1 = 9\varepsilon_2$. При этом $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = U_0$ и $\varepsilon_1 = 90 \text{ В}$, а $\varepsilon_2 = 10 \text{ В}$. Соответственно на вторичных обмотках $\varepsilon'_1 = \frac{1}{3}\varepsilon_1 = 30 \text{ В}$ и $\varepsilon'_2 = 3\varepsilon_2 = 30 \text{ В}$. Полное напряжение зависит от того, как соединены обмотки и может быть либо 60 В, либо ноль. ■

4. Короткий соленоид радиуса R расположен вокруг длинного соленоида радиуса r . Оси соленоидов совпадают. Число витков на единицу длины длинного соленоида n , число витков короткого соленоида N . Через короткий соленоид течет ток $I(t) = I_0 \sin \omega t$. Определите напряжение на концах длинного соленоида.



Решение. Очевидно, нам надо найти взаимную индуктивность этих соленоидов. Обозначим короткий соленоид индексом «1», а длинный – «2». Тогда нам надо найти $M_{21} = \frac{\Phi_{21} N_2}{I_1}$, что очень сложно.

Вспомним, что $M_{21} = M_{12}$. Пусть по длинному соленоиду течет ток I_2 . Тогда в соленоиде возникает магнитное поле $B_2 = \mu_0 n I_2$. Поток магнитного поля через каж-

дый виток катушки 1 будет $\Phi_{12} = B_2 \cdot \pi r^2$, а потокосцепление катушек будет $N\Phi_{12}$.

Тогда, по определению, $M_{12} = \frac{\Phi_{12}N}{I_2} = \mu_0 n N \pi r^2 = M_{21}$.

Для ЭДС, возникающей на соленоиде 2, имеем: $\varepsilon_2 = -M_{21} \frac{dI_1}{dt}$,

или $\varepsilon_2 = -\mu_0 n N \pi r^2 I_0 \omega \cos(\omega t)$. ■