

Работа трансформатора под нагрузкой.

Рассмотрим режим нагрузки трансформатора (рис.4), когда вторичная цепь замкнута на нагрузочное сопротивление Z_n и по ней проходит ток i_2 .

Анализируя работу трансформатора под нагрузкой, важно уяснить взаимосвязь тока в

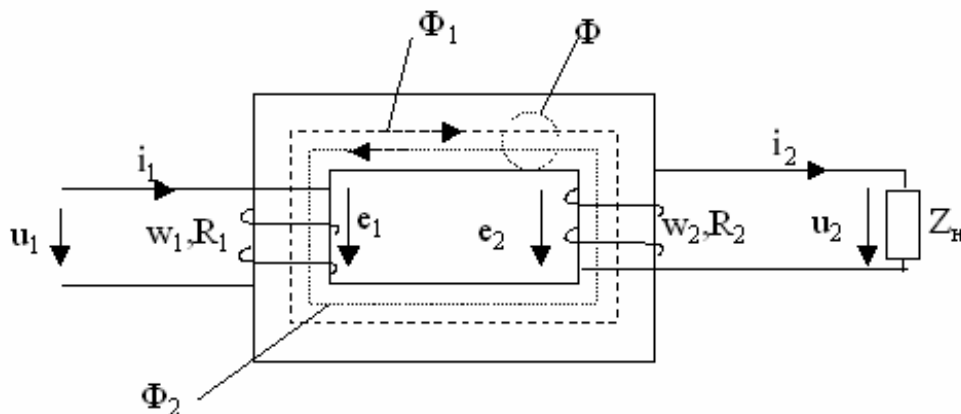


Рис.4

цепи нагрузки i_2 с током, потребляемым трансформатором от сети, поскольку изменение мощности, отдаваемой трансформатором в нагрузку должно сопровождаться изменением мощности, потребляемой трансформатором от сети. Эта взаимосвязь устанавливается через уравнение магнитного состояния трансформатора.

Ток первичной обмотки i_1 индуцирует в сердечнике поток Φ_1 , ток вторичной обмотки i_2 создает поток Φ_2 , который по правилу Ленца направлен против потока Φ_1 , т.е. ток вторичной обмотки стремится размагнитить магнитопровод. Таким образом общий поток $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$. Однако уменьшение потока Φ вызовет, согласно выражения,

$E_1 = 4,44 \cdot W_1 \cdot f \cdot \Phi_{max}$ уменьшение индуцируемой им E_1 , что в свою очередь вызовет увеличение тока i_1 в соответствии с выражением $\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 \cdot Z_1$, так как напряжение на первичной обмотке остается постоянным. Ток i_1 будет увеличиваться до тех пор пока поток Φ не достигнет своего первоначального значения.

Всякое изменение вторичной силы тока вызывает соответствующее изменение первичной силы тока, но практически не влияет на амплитуду и характер изменений во времени основного потока Φ . Следовательно, пока не изменяется первичное напряжение U_1 трансформатора остается практически постоянной и амплитуда основного потока Φ_m , что характерно для рабочего режима силового трансформатора.

Так как основной магнитный поток в трансформаторе практически не зависит от нагрузки, то можно записать уравнение

$$\dot{\Phi}_{10} = \dot{\Phi}_1 + \dot{\Phi}_2,$$

Основной поток равен векторной сумме потоков от первичного и вторичного токов трансформатора и фактически равен потоку, который индуцирует ток холостого хода. Так как потоки синусоидальные, то от уравнения потоков можно перейти к уравнения намагничивающих сил

$$\dot{I}_{10} \cdot W_1 = \dot{I}_1 \cdot W_1 + \dot{I}_2 \cdot W_2$$

Уравнение намагничивающих сил можно преобразовать в уравнение токов, разделив все члены уравнение на W_1

$\dot{I}_{10} = \dot{I}_1 + \frac{W_2}{W_1} \cdot \dot{I}_2$, обозначив $-\frac{W_2}{W_1} \cdot \dot{I}_2 = \frac{1}{K} \dot{I}_2 = \dot{I}_2'$, которая именуется **приведенный**

вторичный ток. Окончательно получим

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_{10} + \dot{I}_2'$$

Согласно последнему уравнению, ток, потребляемый трансформатором от сети \dot{I}_1 имеет 2 составляющие: составляющая \dot{I}_{10} создает рабочий поток в сердечнике и компенсирует потери в стали, составляющая \dot{I}_2' (нагрузочная составляющая) компенсирует размагничивающее действие на сердечник тока вторичной обмотки и обеспечивает поступление в трансформатор от сети мощности, отдаваемой в нагрузку.

При увеличении вторичного тока от нуля первичный ток будет возрастать, начиная с тока холостого хода. При полной нагрузке первичный ток достигает такого значения, при котором ток холостого хода составляет лишь несколько процентов первичного тока; поэтому при полной нагрузке в приближенных расчетах можно пренебречь током холостого хода и считать, что

$$I_1 \approx I_2'.$$