

49 Изменение вторичного напряжения и внешние характеристики трансформатора

Изменение тока нагрузки вызывает изменение напряжения на вторичной обмотке трансформатора. Данное изменение объясняется падением напряжения на сопротивлении обмоток трансформатора. Для оценки степени изменения вторичного напряжения трансформатора при изменении параметров нагрузки вводится специальный показатель, называемый процентным изменением напряжения.

Процентное изменение напряжения равно:

$$\Delta u\% = \left(\frac{U_{20} - U_2}{U_{20}} \right) \cdot 100 \%$$

Однако определять процентное изменение напряжения экспериментально с помощью этого выражения не всегда рационально. Объясняется это тем, что для определения $\Delta u\%$ с помощью этого выражения необходимо нагружать трансформатор с целью получения значения U_2 . Из сети, в процессе эксперимента, потребляется значительная мощность.

Поэтому $\Delta u\%$ определяют на основании анализа векторной диаграммы, соответствующей упрощенной схеме замещения по формуле

$$\Delta u\% \approx \beta \left(\frac{I_{1H} r_K \cos \varphi_2 + I_{1H} x_K \sin \varphi_2}{U_{1H}} \right) 100 = \\ = \beta (u_{\text{кз}}\% \cos \varphi_2 + u_{\text{вр}}\% \sin \varphi_2),$$

где β – коэффициент нагрузки трансформатора равный отношению реального тока вторичной обмотки к номинальному значению тока в ней

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2H}} \approx \frac{I_1}{I_{1H}};$$

$u_{\text{кз}}\%$ – активная составляющая напряжения короткого замыкания

$$u_{\text{кз}}\% = \frac{I_{1H} r_K}{U_{1H}} \cdot 100 \%;$$

$u_{\text{кр}\%}$ – реактивная составляющая напряжения короткого замыкания,

$$u_{\text{кр}\%} = \frac{I_{\text{н}} x_{\text{к}}}{U_{\text{н}}} \cdot 100 \%$$

Анализ уравнения показывает, что $\Delta u\%$ зависит как от величины нагрузки (β), так и от её характера ($\cos\varphi$).

При заданном значении β относительное изменение $\Delta u\%$ зависит от величины угла φ_2 . В силовых трансформаторах при чисто активной нагрузке ($\varphi_2 = 0$) величина $\Delta u\%$ невелика; при активно-индуктивной нагрузке ($\varphi_2 > 0$) – возрастает; при активно-ёмкостной нагрузке ($\varphi_2 < 0$) – может стать отрицательной. При некотором значении угла φ_2 изменение тока нагрузки не вызывает изменение напряжения на выходе трансформатора. Для определения значения этого угла достаточно приравнять выражение к нулю.

Для иллюстрации влияния нагрузки на вторичное напряжение трансформатора используется его внешняя характеристика. Под внешней характеристикой подразумевается зависимость напряжения на вторичной обмотке трансформатора U_2 от тока нагрузки I_2 , снятая при неизменном напряжении сети и постоянном значении коэффициента мощности в нагрузке. Как правило, внешняя характеристика строится по расчётным данным. На рисунке приведена внешняя характеристика трансформатора, полученная для различных значений коэффициента мощности нагрузки.

