

Опыт короткого замыкания.

По данным опыта короткого замыкания определяются потери короткого замыкания P_k , которые могут быть приняты равными электрическим потерям в обмотках, и параметры трансформатора, к которым приходится обращаться при решении многих практических задач.

Под коротким замыканием трансформатора здесь понимается такой режим его работы, при котором вторичная обмотка замкнута накоротко, а к первичной обмотке подведено напряжение. Этому режиму работы соответствует схема замещения (рис.7.5) при $Z'_H = 0$.

Так как сопротивления Z_1 и Z'_2 в сотни раз меньше сопротивления Z_{12} , то при коротком замыкании трансформатора можно пренебречь током в этом сопротивлении, т. е. принять $Z_{12} = \infty$. В этом случае получаем схему замещения, представленную на рис.7.6

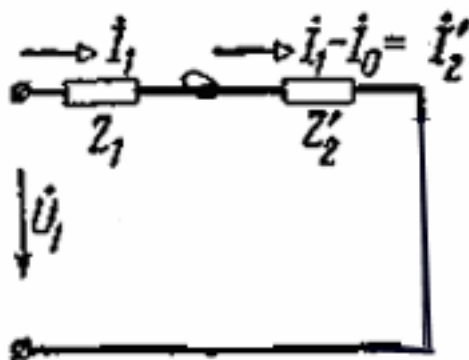


Рис.7.6

Согласно схемы замещения сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора соединены последовательно. Введем понятие сопротивления короткого замыкания трансформатора

$$Z_K = R_K + jX_K$$

$R_K = R_1 + R'_2$ - активное сопротивление короткого замыкания,

$X_K = X_1 + X'_2$ - индуктивное сопротивление короткого замыкания,

$Z_K = \sqrt{R_K^2 + X_K^2}$ полное сопротивление короткого замыкания.

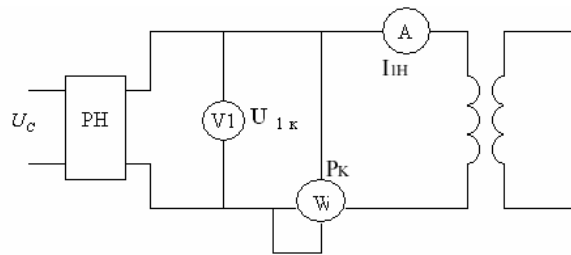


Рис.7.7

Параметры короткого замыкания Z_K , R_K и X_K определяются по данным опыта короткого замыкания. Схема опыта короткого замыкания приведена на рис.7.7.

Измеряют $U_{1к}$, I_1 , P_K . Напряжение $U_{1к}$ с помощью регулятора напряжения (РН) устанавливают такое, чтобы ток I_1 был равен номинальному току $I_{1н}$. Оно для нормальных трансформаторов мощностью от 20 до 10000 кВА составляет от 5 до 10% номинального напряжения $U_{1н}$. В соответствии с указанными значениями $U_{1н}$ и I_1 подбирают при опыте короткого замыкания измерительные приборы.

Так как напряжение при опыте короткого замыкания составляет от 5% до 10%, следовательно и поток в сердечнике составляет несколько процентов от номинального значения. Потери в стали примерно пропорциональны Φ^2 . Следовательно магнитными потерями можно пренебречь и считать, что мощность P_K , потребляемая трансформатором при коротком замыкании, идет на покрытие электрических потерь в обмотках трансформатора:

$$P_K = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 = I_1^2 \cdot R_1 + I_2'^2 \cdot R_2' = I_1^2 \cdot (R_1 + R_2') = I_1^2 \cdot R_K \quad (7.8)$$

Отсюда находим

$$R_K = \frac{P_K}{I_{1н}^2} \quad (7.9)$$

Далее определяем

$$Z_K = \frac{U_{1к}}{I_{1н}} \text{ и } X_K = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2} \quad (7.10).$$

Рассчитывается процентное значение напряжения короткого замыкания

$$U_K \% = \frac{I_{1н} \cdot Z_K}{U_{1н}} \cdot 100 \quad (7.11)$$

Процентное значение номинального напряжения короткого замыкания указывается на щитке трансформатора. Оно для нормальных трансформаторов лежит в пределах 5 —

10%. Также выражаются в процентах номинального напряжения реактивная и активная составляющие напряжения короткого замыкания:

$$U_p = \frac{I_{1H} \cdot X_K}{U_{1H}} \cdot 100 \% \quad (7.12)$$

$$U_a = \frac{I_{1H} \cdot R_K}{U_{1H}} \cdot 100 \% \quad (7.13)$$

Необходимо различать опыт короткого замыкания и режим короткого замыкания. Опыт короткого замыкания, как описывалось ранее проводится при пониженном напряжении на первичной обмотке трансформатора, при этом ток первичной обмотки соответствует номинальному току. В режиме короткого замыкания напряжение первичной обмотки равно номинальному а вторичная обмотка оказывается закороченной. В этом случае в обмотках трансформатора будут протекать большие токи, опасные для трансформатора. Величина тока короткого замыкания может быть рассчитана с использованием выражения (7.4).

$$I_{1K} = \frac{U_{1H}}{Z_K} \quad \text{используя (7.4) получим} \quad I_{1K} = \frac{100}{U_K \%} \cdot I_{1H}.$$

Таким образом, если например $U_K \% = 5\%$, то аварийный установившийся ток короткого замыкания будет равен двадцатикратному значению номинального тока.

Ток короткого замыкания во вторичной обмотке определяется через коэффициент трансформации:

$$I_{2K} = K \cdot I_{1K}$$