

## 50 Опыт короткого замыкания трансформатора

Для новых и отремонтированных трансформаторов проводят **опыт короткого замыкания**. В этом опыте, при замкнутых выводах вторичной обмотки, на первичную подают такое пониженное напряжение  $U_K$ , при котором по первичной обмотке трансформатора начинает протекать номинальный ток  $I_{1н}$ . Такое напряжение называется напряжением короткого замыкания трансформатора.

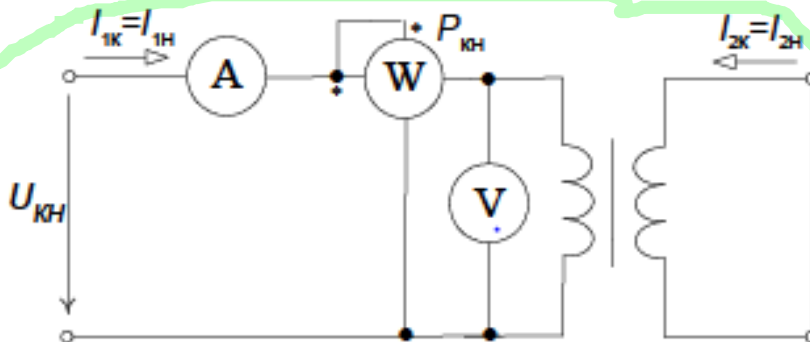


Рисунок 1 – Схема включения трансформатора для проведения опыта короткого замыкания

При напряжении  $U_K$  измеряется активная мощность  $P_K$ , потребляемая из сети. В силовых трансформаторах величина  $U_K$  обычно составляет 5–10 % от  $U_{1н}$ , при этом, чем больше мощность трансформатора, тем меньше процент. На практике напряжение короткого замыкания приводится в процентах,

$$U_{K\%} = U_K / U_{1н} \cdot 100 \%$$

Опыт короткого замыкания позволяет определить потери в обмотках трансформатора при номинальных токах и рассчитать их сопротивления в схеме замещения ( $r_1, r'_2$  и  $x_1, x'_2$ ). При определении  $r_1, r'_2$  и  $x_1, x'_2$  учитывается тот факт, что у реальных трансформаторов  $r_1 = r'_2 \ll r_0$  и  $x_1 = x'_2 \ll x_0$ . В опыте КЗ приведенные неравенства позволяют пренебречь током  $I_0$ , протекающим в намагничивающей ветви схемы замещения трансформатора и перейти к упрощенной Г-образной схеме. В этом случае можно считать что ток  $I_{1н}$ , потребляемый из сети в опыте КЗ определяется только подводимым напряжением  $U_K$  и значениями  $r_K$  и  $x_K$ .

Активное сопротивление короткого замыкания  $r_K = P_K / I_{1н}^2$ .

Полное сопротивление короткого замыкания  $z_K = U_K / I_{1н}$ .

### Реактивное сопротивление короткого замыкания

$$x_k = \sqrt{z_k^2 - r_k^2} .$$

Активное сопротивление обмоток  $r_1 = r'_2 = r_k / 2$ .

Реактивное сопротивление обмоток  $x_1 = x'_2 = x_k / 2$ .

При определении потерь в обмотках трансформатора учитывается тот факт, что в опыте короткого замыкания  $U_k \ll U_{1н}$ . Малое значение напряжения на первичной обмотке создает пропорционально низкое значение магнитной индукции в магнитопроводе трансформатора.

Так как потери в магнитопроводе очень сильно зависят от значения магнитной индукции в нём, то в опыте короткого замыкания они настолько малы, что ими можно пренебречь. Следовательно, вся мощность  $P_k$ , потребляемая из сети в опыте короткого замыкания и измеряемая ваттметром, идет на покрытие потерь в обмотках трансформатора при номинальном токе. Потери в обмотках пропорциональны квадрату тока и сопротивлению обмоток.