

46 Опыты холостого хода и короткого замыкания

Опыт холостого хода проводится для определения коэффициента трансформации и параметров поперечной намагничивающей ветви Т-образной схемы замещения. Схема электрической цепи для проведения опыта ХХ представлена на рисунке 1.7. Экспериментально коэффициент трансформации можно определить только по результатам измерения напряжений в режиме ХХ. Это объясняется тем, что только при холостом ходе, когда ток I_2 вторичной обмотки отсутствует, напряжение на выходе трансформатора равно ЭДС во вторичной обмотке E_2 .

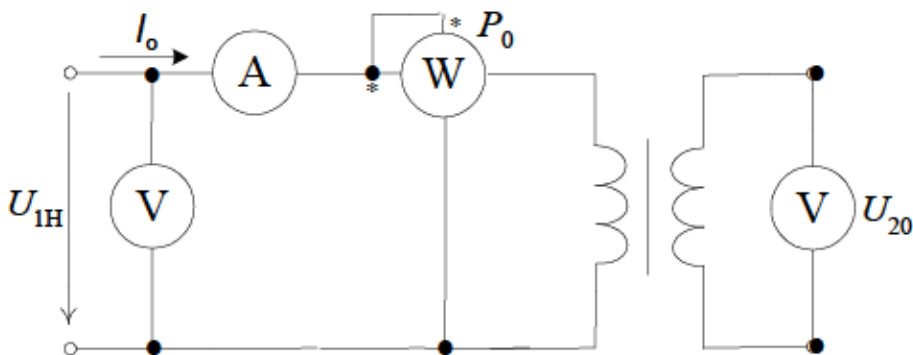


Рисунок 1.7 – Схема опыта холостого хода

По первичной обмотке в режиме холостого хода протекает очень малый ток $I_1 = I_0$, вызывающий незначительное падение напряжения $I_1 Z_1$ на сопротивлении первичной обмотки трансформатора. Поэтому можно считать, что $U_1 \approx E_1$.

На основании вышеизложенного, коэффициент трансформации трансформатора, определяемый в ходе проведения опыта холостого хода, $k = E_1 / E_2 \approx U_{1H} / U_{20}$.

Так как в режиме холостого хода во вторичной обмотке тока нет, а по первичной протекает незначительный ток, то потерями в обмотках можно пренебречь. Эти потери зависят от квадрата тока и сопротивления обмоток. Следовательно, можно считать, что вся активная мощность P_0 , потребляемая трансформатором в опыте холостого хода и измеряемая ваттметром, идет на покрытие потерь в магнитопроводе.

При определении параметров намагничивающей ветви схемы замещения трансформатора учитывается тот факт, что у реальных

трансформаторов $r_1 \ll r_0$ и $x_1 \ll x_0$. Приведенные неравенства позволяют пренебречь влиянием r_1 и x_1 на значение тока холостого хода, протекающего в левом контуре схемы замещения трансформатора и определить *приблизительные* значения параметров намагничивающей ветви.

Активное сопротивление намагничивающей ветви $r_0 = P_0 / I_0^2$.

Полное сопротивление намагничивающей ветви $z_0 = U_{1H} / I_0$.

Реактивное сопротивление намагничивающей ветви x_0

$$x_0 = \sqrt{z_0^2 - r_0^2}.$$

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

$$U_{K\%} = U_K / U_{1H} \cdot 100 \, \%.$$

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_{1H} , потребляемый из сети в опыте КЗ определяется только подводимым напряжением U_K и значениями r_K и x_K .

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

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

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 $U_K \ll U_{1H}$. 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.