АВТ КФ219. 02.11.21

Все вопросы по по эл.почте Buh0509@mail.ru тел.89831615111

Viber /Whats

Подготовиться к тестированию .

ОДНОФАЗНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Однофазный трансформатор имеет замкнутый ферромагнитный сердечник, на который намотаны первичная и вторичная обмотки с числом витков W1 и W2.

Для уменьшения вихревых токов ферромагнитный сердечник набирается из отдельных пластин электротехнической трансформаторной стали толщиной 0,35 или 0,5 мм.

На схеме трансформатора приняты условно положительные направления всех величин, характеризующих электромагнитные процессы в трансформаторе, исходя из предпосылки, что первичная обмотка трансформатора является приемником электрической энергии, а вторичная обмотка является источником.



[Получить решение по ТОЭ](https://dprm.ru/elektrotehnika/reshenie-zadach)

Работа трансформатора основана на законе электромагнитной индукции. При подключении первичной обмотки к источнику переменного тока в витках этой обмотки протекает переменный ток I1, который создает в сердечнике (магнитопроводе) переменный магнитный поток. Замыкаясь в сердечнике, этот поток сцепляется с первичной и вторичной обмотками и индуцирует в них ЭДС, пропорциональные числу витков W:

РЕКЛАМА

В первичной обмотке ЭДС самоиндукции



во вторичной обмотке ЭДС взаимоиндукции



При подключении нагрузки Zн к выводам вторичной обмотки трансформатора под действием ЭДС в обмотке потечет ток I2, а на выводах установится напряжение U2.

Обмотку трансформатора, подключенную к сети с более высоким напряжением, называют обмоткой высшего напряжения (ВН). Обмотку, подключенную к сети меньшего напряжения, называют обмоткой низшего напряжения (НН).

Коэффициентом трансформации К трансформатора называют отношение ЭДС обмотки ВН (числа витков Wвн) к ЭДС обмотки НН (числа витков Wнн):



Трансформаторы обладают свойством обратимости, то есть один и тот же трансформатор можно использовать в качестве повышающего и понижающего.

Трансформатор – это аппарат переменного тока и на постоянном токе не работает, так как протекающий по первичной обмотке постоянный ток будет создавать постоянный магнитный поток. В соответствии с законом электромагнитной индукции поток должен изменяться как по величине, так и по направлению.

В режиме нагрузки трансформатора первичный и вторичный токи I1, I2 кроме основного магнитного потока Фо, создают магнитные потоки рассеяния Фσ1 и Фσ2, влиянием которых обусловлено существование индуктивных сопротивлений первичной и вторичной обмоток трансформатора Х1 и Х2.

Активное и полное сопротивления первичной обмотки трансформатора обозначаются R1 и Z1, а вторичной -R2 и Z2.

Работа трансформатора в общем случае описывается системой уравнений:



где I0 – ток холостого хода.

Уравнение (1) и (2) представляют собой уравнения равновесия ЭДС первичной и вторичной обмоток, уравнение (3) представляет собой уравнение равновесия намагничивающих сил (I⋅W) трансформатора. Намагничивающая (магнитодвижущая) сила это произведение тока на число витков обмотки.

Выполнив преобразования в уравнении (3) получим:



Из уравнения (4) следует, что ток I1 первичной обмотки трансформатора можно рассматривать состоящим из двух составляющих: одна составляющая I0 определяет, основной магнитный поток Ф0, а вторая составляющая



компенсирует размагничивающее действие тока I2 вторичной обмотки. Из сказанного следует, что магнитный поток в трансформаторе не зависит от тока нагрузки и пропорционален приложенному напряжению.

Если пренебречь током холостого хода I0 (составляет несколько процентов I1) трансформатора, протекающего по первичной обмотке (при разомкнутой вторичной обмотке), то можно считать токи, в обмотках трансформатора обратно пропорциональными числам витков.

Возможны следующие режимы работы трансформатора:

1. режим холостого хода;
2. режим короткого замыкания (аварийный режим и опыт короткого замыкания);
3. режим нагрузки.

В режиме холостого хода трансформатор работает при разомкнутой вторичной обмотке.

При этом существуют следующие соотношения:

I2 = 0; I1 = I0 (ток холостого хода); U2 = Е2

Мощность холостого хода Р0, потребляемая трансформатором из сети, определяется в основном потерями в стали Рс сердечника.

P0≈Pc (составляет 1-2% номинальной мощности)

Потери в стали складываются из потерь на перемагничивание ферромагнитного материала сердечника и потерь на вихревые токи, которые наводятся в сердечнике в соответствии с законом электромагнитной индукции. Для уменьшения потерь на вихревые токи сердечник изготавливают из тонких пластин (0,3-0,5 мм), изолированных друг от друга.

Опыт холостого хода трансформатора проводится для определения коэффициента трансформации К и мощности электрических потерь в стали сердечника.

Опыт короткого замыкания трансформатора проводится для определения мощности электрических потерь в обмотках трансформатора (потерь в меди Рм). При проведении опыта короткого замыкания вторичная обмотка трансформатора замыкается накоротко, при этом к первичной обмотке подводится пониженное напряжение U1К, составляющее 5-10% от номинального. Во время проведения опыта контролируют токи в обмотках трансформатора и прекращают опыт, когда токи в обмотках достигнут номинальных значений.

В паспортные данные трансформатора заносится ток холостого хода в процентах от номинального значения, мощность потерь в обмотках и напряжение в опыте короткого замыкания, выраженное в процентах от номинального.

Режимом нагрузки трансформатора называется такой режим его работы, когда вторичная обмотка подключена на сопротивление нагрузки Zн.

Мощность Р1, потребляемая трансформатором из сети в режиме нагрузки определяется по формуле:

Р1 = Р2 + ΣР = Р2 + Р0 + Рм,

где Р2 — мощность нагрузки;

ΣР – суммарные потери трансформатора (в стали и меди).

Коэффициент полезного действия трансформатора



имеет максимальное значение при равенстве потерь в проводах обмоток и потерь в стали сердечника

Р0=Рм.



Трансформатор конструируется так, чтобы ηmax имел место при наиболее вероятной нагрузке составляющей (0,5 – 0,75) Р2 ном..

У работающего под нагрузкой трансформатора напряжение вторичной U2 отличается от напряжения холостого хода U20 на величину падения напряжения на полном сопротивлении его вторичной обмотки



которая называется изменением напряжения трансформатора



Для трансформаторов, выпускаемых промышленностью, величина ΔU составляет 6-8 % от U2 ном. (вторичного номинального напряжения). Полезно знать, что по напряжению короткого замыкания U1к, полученного в опыте короткого замыкания, можно судить об отклонении напряжения вторичной обмотки трансформатора от его номинального значения при номинальном токе (нагрузке).

Изменение напряжения в трансформаторе зависит не только от значений токов первичной и вторичной обмоток I1 и I2, но и от рода нагрузки (активной, индуктивной или емкостной).

Внешняя характеристика трансформатора это зависимость напряжения U2 вторичной обмотки от протекающего по ней тока I2, U2=f(I2).



Рис. 13. Внешняя характеристика трансформатора

Векторную диаграмму трансформатора строят на основании уравнений равновесия ЭДС первичной и вторичной обмоток и уравнения равновесия намагничивающих сил трансформатора (уравнения 1, 2, 3).