АВТ КФ219. 02.11.21

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

Viber /Whats

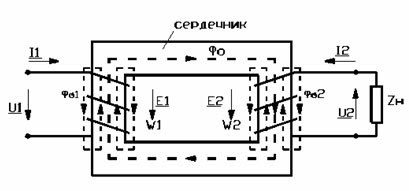
Подготовиться к тестированию .

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

https://dprm.ru/wp-content/uploads/d-165.png

во вторичной обмотке ЭДС взаимоиндукции

https://dprm.ru/wp-content/uploads/d-166.png

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):

Коэффициент трансформации

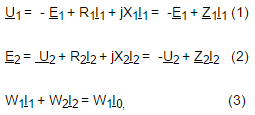
Трансформаторы обладают свойством обратимости, то есть один и тот же трансформатор можно использовать в качестве повышающего и понижающего.

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.

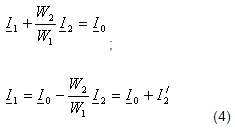
Работа трансформатора в общем случае описывается системой уравнений:



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

https://dprm.ru/wp-content/uploads/d-170.png

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;

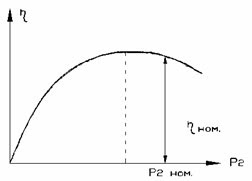
ΣР – суммарные потери трансформатора (в стали и меди).

Коэффициент полезного действия трансформатора

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

https://dprm.ru/wp-content/uploads/d-173.png

которая называется изменением напряжения трансформатора

https://dprm.ru/wp-content/uploads/d-174.png

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).

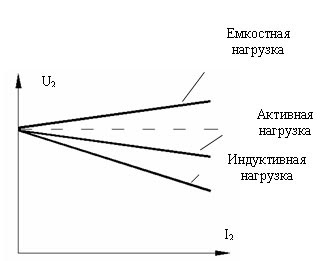


Рис. 13. Внешняя характеристика трансформатора

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