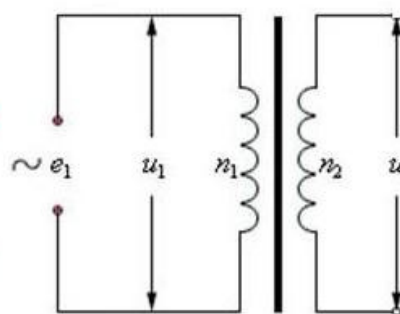
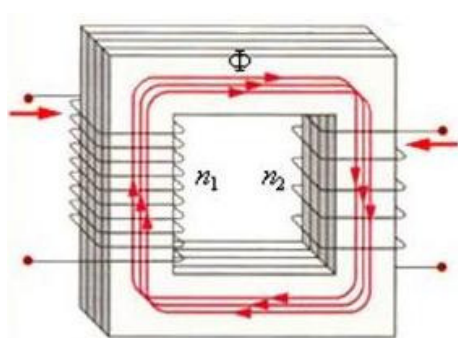


Параметры и КПД трансформаторов

Трансформатор – это электромагнитный аппарат, преобразующий переменный ток одного напряжения в переменный ток той же частоты, но другого напряжения.



Принцип действия трансформатора основан на явлении электромагнитной индукции. Линии магнитного поля, создаваемого переменным током в первичной обмотке,

благодаря наличию сердечника практически без потерь (без рассеяния) пронизывают витки вторичной обмотки.

Параметры трансформатора.

Номинальная мощность трансформатора должна выбираться из следующего ряда (в кВА): 0,010, 0,016, 0,025, 0,040, 0,063, 0,100, 0,160, 0,250, 0,400, 0,630, 1,000, 1,600, 2,500, 4,000. Этот параметр находится путем деления суммарной мощности всех вторичных обмоток на коэффициент полезного действия трансформатора.

Коэффициент полезного действия зависит от мощности потерь в стали и меди и для трансформаторов мощностью 0,010 кВА примерно составляет 75...85%, а для трансформаторов мощностью 5 кВА – 96...98%.

Коэффициент трансформации трансформатора тока — это отношение величины первичного тока к величине вторичного тока.

При расчетах коэффициент трансформации разделяют на:

действительный

номинальный

Действительный коэффициент трансформации — это отношение действительного первичного тока к действительному вторичному току.

Номинальный коэффициент — это отношение номинального первичного тока к номинальному вторичному току.

Номинальные напряжения обмоток должны выбираться из ряда напряжений в вольтах: 6; 12; 28,5; 42; 115; 230; указанные напряжения могут иметь отклонения в большую или меньшую стороны на 0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 15 %. Под номинальным напряжением понимается действующая величина напряжения, при которой может работать трансформатор.

Напряжение короткого замыкания представляет собой напряжение на первичной обмотке при замкнутых выводах вторичной обмотки и протекании номинального тока во вторичной обмотке. Как правило, этот параметр указывают в процентах от номинального напряжения первичной

обмотки и обозначают символами DUкз. Для трансформаторов мощностью 0,010 кВА этот параметр составляет 15...20%, для трансформаторов мощностью 5 кВА – 1,5...2,5%. Напряжение короткого замыкания показывает величину относительного превышения напряжения на вторичной обмотке на холостом ходу по сравнению с напряжением полностью нагруженной обмотки.

Напряжения холостого хода вторичных обмоток – это значения напряжений при номинальном напряжении первичной обмотки ненагруженного трансформатора. Эти напряжения превышают номинальные напряжения на величину напряжения короткого замыкания. Обычно этот параметр производитель не указывает в паспорте на трансформатор, но во избежание недоразумений покупатель трансформатора должен себе четко представлять, что при отсутствии нагрузки напряжения вторичных обмоток всегда несколько больше их номинальных значений.

Ток холостого хода – это ток первичной обмотки ненагруженного трансформатора при номинальном напряжении. Ток холостого хода состоит из двух составляющих: активной и реактивной. Активная составляющая определяется потерями в стали на вихревые токи, реактивная – магнитным потоком рассеяния. Величина тока холостого хода может лежать в диапазоне от 1 мА (для трансформаторов мощностью 0,010 кВА) до 1 А (для трансформаторов мощностью 5 кВА). Наименьшие значения этого параметра имеют тороидальные трансформаторы, у которых реактивная составляющая тока в несколько раз меньше активной и ею можно пренебречь. Так, для трансформаторов мощностью 5 кВА значение тока холостого хода не превышает 200 мА

Ток переходного процесса включения (пусковой ток) – это максимальное (импульсное) значение тока, которое может протекать через первичную обмотку трансформатора в момент подключения трансформатора к питающей сети.

Номинальный ток первичной цепи, или можно сказать, номинальный первичный ток — это ток, протекающий по первичной обмотке трансформатора тока, при котором предусмотрена его длительная работа. Значение первичного номинального тока также указывается в паспорте на конкретный трансформатор тока.

Превышение температуры (температура перегрева) – это разница между температурой трансформатора и температурой окружающей среды (обычно принимается 25°C) при работе трансформатора на номинальную нагрузку.

Испытательное напряжение рабочей частоты. Этот параметр характеризует электрическую прочность трансформатора, то есть способность без пробоя выдерживать напряжение, подаваемое на обмотку.

Тип трансформатора характеризуется коэффициентом трансформации, который равен отношению числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной:

$$k = N_1/N_2$$

при $k > 1$, трансформатор будет понижающим, при $k < 1$ - повышающим.

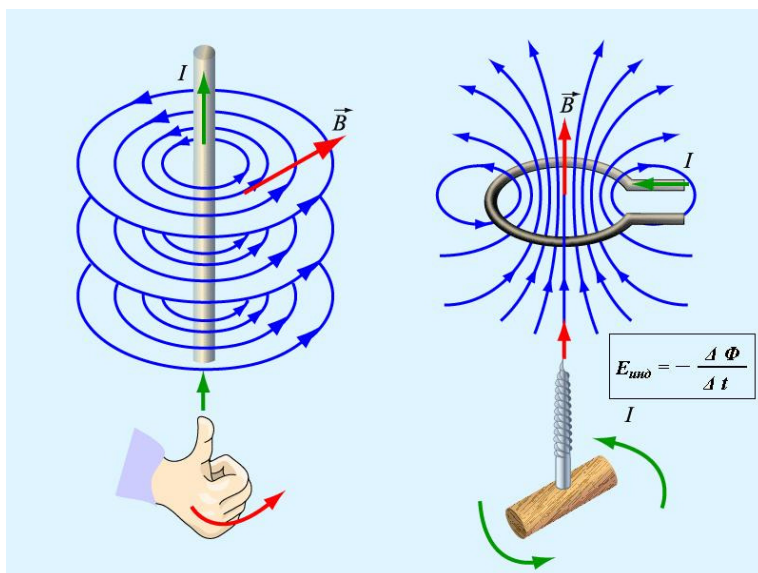
Современные трансформаторы имеют очень высокие КПД (до 95–99%)».

При работе трансформатора всегда имеются энергетические потери, связанные с такими физическими процессами, как:

- нагревание обмоток трансформатора при прохождении электрического тока
- работа по перемагничиванию сердечника
- рассеяние магнитного потока.

Понятно, что первые две причины больших потерь не создадут. На перемагничивание много энергии не надо, а тепловые потери можно уменьшить, уменьшив сопротивление обмоток. Но как быть с рассеиванием магнитного поля. Почему магнитное поле передается почти без рассеяния?

Дело в том, что передача магнитного поля осуществляется по специальным магнитопроводам (сердечникам из электротехнической стали или других ферромагнитных веществ) с магнитной проницаемостью **намного большей, чем у воздуха или вакуума**. Это концентрирует магнитные силовые линии в теле магнитопровода, уменьшая магнитное рассеивание, а кроме того, усиливает плотность магнитного потока в части пространства, занятой магнитопроводом. Последнее приводит к усилению магнитного поля и меньшему потреблению тока "холостого хода", то есть меньшим потерям.



Если подробнее, то, как известно, магнитные силовые линии - концентричные и замкнутые сами на себя "кольца", охватывающие проводник с током. Прямой проводник с током охватывается кольцами магнитного поля по всей длине. Если изогнуть проводник кольцом, все магнитные линии, распределенные по длине окружности "собьются в кучку" внутри кольца. Вот внутрь кольца и вставляется сердечник. К сожалению, по геометрическим

причинам магнитные замкнутые сердечники никак не могут заполнить все пространство вокруг обмотки трансформатора. Поэтому магнитные силовые линии, охватывающие виток обмотки трансформатора находятся в неравных условиях по периметру витка. Одним силовым линиям "повезло" больше и они проходят только по облегченному маршруту сердечника, другим же приходится часть пути проходить по сердечнику (внутри витка), а остальную по воздуху, для создания замкнутого силового "кольца". Магнитное сопротивление воздуха почти гасит такие линии поля и соответственно нивелирует наличие той части витка, которая породила эту магнитную линию.

Из всего вышесказанного следует вывод - в работе трансформатора с замкнутым ферромагнитопроводом принимает участие не весь виток, а только небольшая часть, которая полностью окружена этим магнитопроводом. Другая часть, проходящая по воздуху очень мала, поэтому малы и потери.

Коэффициент трансформации трансформатора - это величина, выражающая масштабирующую (преобразовательную) характеристику трансформатора относительно какого-нибудь параметра электрической цепи (напряжения, тока, сопротивления и т.д.). Таким образом, есть коэффициент трансформации напряжения, а есть коэффициент трансформации силы тока. И это определяется видами трансформатора.