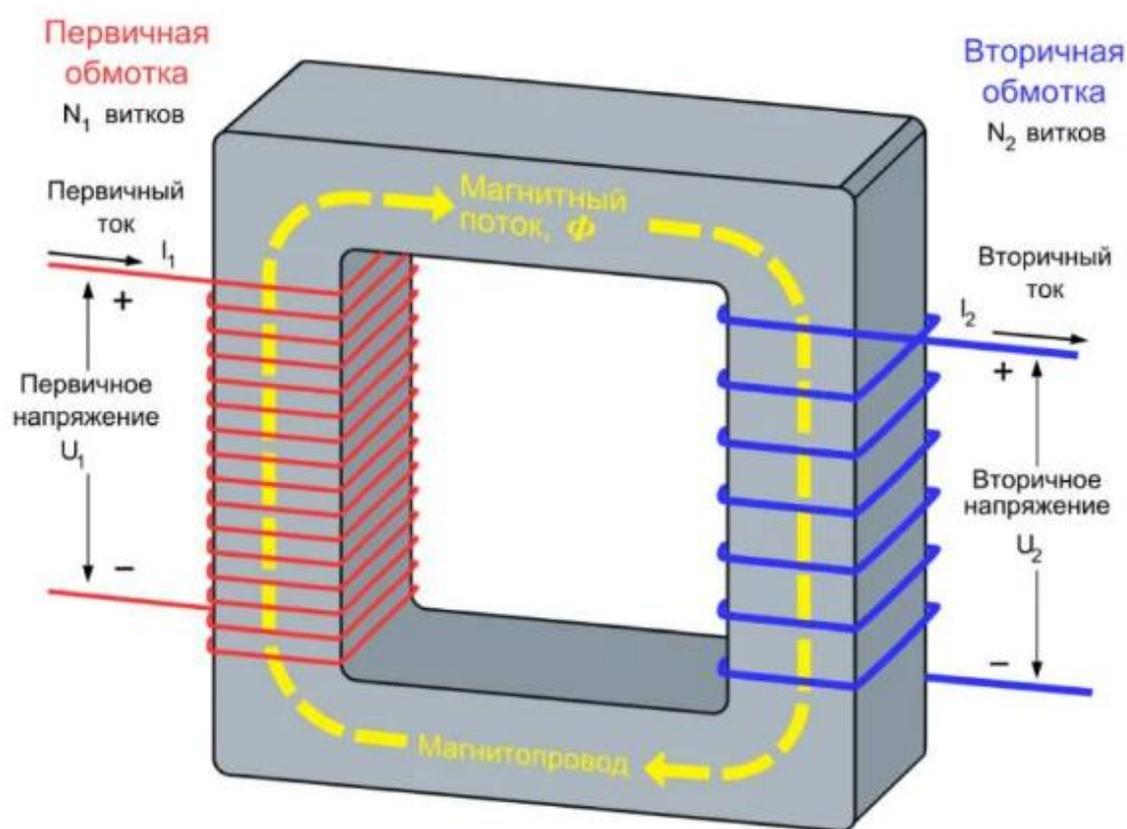


## Однофазные трансформаторы и их режимы

Однофазный трансформатор – статическое устройство, имеющее две обмотки связанные индуктивно на магнитопроводе, предназначенное для преобразования одной величины напряжение и тока в другое в одной фазе.

Простейший трансформатор имеет стальной сердечник и две обмотки, изолированные как от сердечника, так и друг от друга. Обмотка трансформатора, которая подключается к источнику напряжения называется первичной, а та обмотка, к которой подключаются потребители – вторичной.

Обмотка – это катушка, или намотка проводника с заданным количеством витков. Сердечник – замкнутый контур из токопроводящего материала. Вводные контакты соединяются с 1-ой обмоткой, выводные – с 2-ой. Все компоненты заключены в прочный корпус.



Принцип действия трансформатора сводится к такому алгоритму:

- На первичную обмотку подается ток.
- В результате в катушке возникает переменное магнитное поле.
- Далее оно инициирует переменный магнитный поток в сердечнике.
- Благодаря этому во вторичной обмотке также возникает переменное магнитное поле.
- В результате если к выводным контактам подключить нагрузку, возникнет ток.

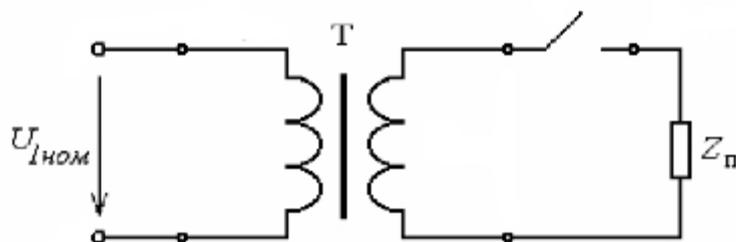
Цель использования трансформатора – повышение или понижение входящего тока. Определяется это соотношением витков в 1-ой и 2-ой катушках. Так если в 1-ой их больше, чем во 2-ой, происходит снижение номинала, а если наоборот – увеличение.

Все силовые линии замыкаются вокруг проводников катушки, но часть их замыкаются также вокруг проводников катушки. Таким образом катушка является магнитно связанной с катушкой при посредстве магнитных силовых линий.

Степень магнитной связи катушек 1 и 2, при коаксиальном расположении их, зависит от расстояния между ними: чем дальше катушки друг от друга, тем меньше магнитная связь между ними, ибо тем меньше силовых линий катушки 1 сцепляется с катушкой 2.

Однофазный трансформатор имеет три режима работы:

Режим холостого хода. Из названия понятно, что ток проходить не будет, в виду разомкнутой вторичной цепи устройства. А по первичной обмотке проходит холостой ток, основной элемент которого представлен реактивным током намагничивания. Режим используется в качестве определения КПД трансформатора, либо для вывода потерь в сердечнике.



Цепь нагрузки на 2-ой обмотке разомкнута, и электроэнергия не потребляется. При этом на 1-ой катушке наблюдается только реактивный ток намагничивания.

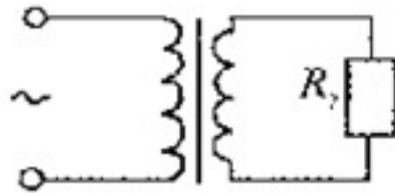
В режиме холостого хода можно определить коэффициент полезного действия агрегата и подсчитать потери на сердечнике. В таком состоянии трансформатор расходует не более 3 % энергии – по сравнению с подключенной нагрузкой.

Режим нагрузки. Нагрузкой трансформатора называется режим, при котором вторичная обмотка замкнута на какое-либо сопротивление.

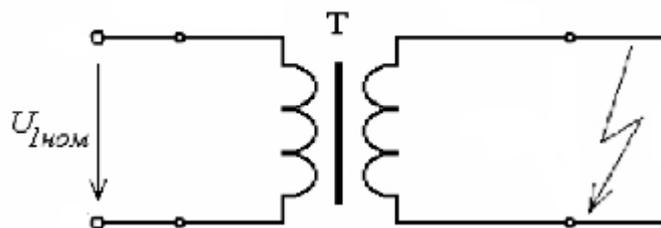
В состоянии подключенной нагрузки во 2-ой катушке начинает течь ток. Его величина обратно пропорциональна числу витков обмотки. Режим характеризуется 2-мя параметрами:

1. Протекающим нагрузочным током.
2. Холостым током.

При этом потеря мощности происходит по причине теплового рассеяния на сердечнике.



Режим короткого замыкания. Режим при котором одна из обмоток трансформатора питается от источника с переменным напряжением, а концы второй замкнуты накоротко. При эксплуатационном коротком замыкании ток во вторичной обмотке может превышать номинальное значение в 10-20 и более раз. Токи КЗ выделяют большое количество теплоты, что приводит к порче изоляции проводником обмоток.



Режим возникает в случае короткого замыкания в электроцепи 2-ой катушки. Главная причина – разница величин потенциала. В качестве нагрузки выступает сопротивление проводника самой обмотки. Намеренное замыкание обмотки производится с целью измерения силы нагрева проводника и подсчета возможных расходов.

Трансформаторы бывают повышающие и понижающие, что бы это определить нужно узнать коэффициент трансформации, с его помощью можно узнать какой трансформатор. Если коэффициент меньше 1 то трансформатор повышающий (также это можно определить по значениям если во вторичной обмотке больше чем в первичной то такой повышающий) и наоборот если  $K > 1$ , то понижающий (если в первичной обмотке меньше витков чем во вторичной).

Трансформатор для 1 фазы характеризуется таким главным параметром, как коэффициентом трансформации. Для его расчета применяется следующая формула:

$$K_{\text{транс}} = U_1/U_2 = D_1/D_2$$

$K_{\text{транс}}$  – коэффициент трансформации,

$U_1$  – напряжение в 1-ой катушке,

$U_2$  – напряжение во 2-ой катушке,

$D_1$  – число витков проводника 1-ой обмотки,

$D_2$  – число витков проводника 2-ой обмотки.

---

Если значение рассчитанной величины получалось больше 1, значит, агрегат понижающий, если меньше 1 – повышающий.

При этом мощность, равная произведению силы тока на напряжения, 1-ой обмотки теоретически должна соответствовать мощности 2-ой обмотки. Однако на практике на вторичной катушке величина всегда ниже – ввиду потерь на сердечнике. В идеале КПД трансформаторов достигает 96-98 %.

### **Плюсы и минусы**

Преимущества 1-фазного трансформатора проявляются в следующих особенностях:

- Максимально возможный коэффициент полезного действия – нередко достигающий 98 %.
- Стойкость к скачкам напряжения и перегрузкам.
- Оптимальное охлаждение, не требующее дополнительных мер.
- Безвредность для окружающей среды моделей сухого типа – так как не содержат в конструкции масляных камер.
- Компактность, благодаря которой для установки изделий не требуется выделять и подготавливать специально место.
- Пожарная безопасность.

Недостатки выражаются в специфичности обслуживания для масляных моделей – в частности, требуется регулярно проверять состояние прокладок и при необходимости заменять. Кроме того, экземпляры сухого типа слабо защищены от воздействия внешних факторов – сырости, грязи, пыли, ветра, агрессивных веществ. К тому же они достаточно дороги.

### **Классификация**

Трансформаторы для работы в 1-фазной электросети разделяются на следующие подвиды:

#### *Силовой.*

Установки в основном эксплуатируются в силовых линиях для преобразования, передачи и распределения электроэнергии. Рабочая мощность варьируется в широком спектре – от нескольких вольт до сотен кВ.

В населенных пунктах стоят понижающие агрегаты. Высоковольтное напряжение они преобразуются в привычные 220 и 380 вольт – необходимые для нормальной работы бытовой электротехники.

#### *Сетевой.*

Такое название устройство получило, ввиду назначения – эксплуатации при сетевом напряжении, то есть 220 В. Как правило, это понижающие модели – из

стандартного сетевого они создают ток с заниженным номиналом – 48, 24, 12 вольт и т. д.

При этом вторичных обмоток у такого агрегата может быть несколько, что требуется для питания различных низковольтных приборов.

#### *Автотрансформатор.*

В отличие от классической трансформаторной схемы в автотрансформаторах 1-ая и 2-ая обмотки соединены проводником, а не только сердечником. Сделано это для повышения КПД.

Кроме того, от вторичной катушки может отходить несколько выводов с разных мест. Это позволяет формировать множество разных номиналов.

#### *Токовый.*

Агрегат предназначается для снижения величины силы тока, поступающего в 1-ую обмотку, до заданного значения на 2-ой обмотке. Требуется это для работы измерительного, контролирующего, сигнализирующего и защитного оборудования.

В большинстве случаев на выводных контактах формируется ток 1 или 5 А.

#### *По напряжению.*

Зачастую такой агрегат применяется для понижения напряжения, непосредственно поступающего от источника, до требуемого номинала. Характеризуется универсальностью – устанавливается в самых разных цепях.

Не исключается его использование в измерительных устройствах, автоматике и релейной защите.

#### *Импульсный.*

Устройство узконаправленного применения. Главная функция – изменение импульсного сигнала с откликом. Точность трансформации достигает десятков мксек.