Савелий Дмитриевич Серебреников , студент 2 курса

НефтИн (филиал) ФГБОУ ВО ЮГУ Нефтяной институт

Россия, г. Нижневартовск

**Трансформаторы**

**Трансформатор** — это статическое устройство, имеющее две или более обмотки, предназначенное для преобразования посредством [электромагнитной индукции](https://elektroshkola.ru/obshhie-voprosy/zakon-elektromagnitnoj-indukcii/) одной или нескольких систем переменного напряжения и тока в одну или несколько других систем переменного напряжения и тока, имеющих обычно другие значения при той же частоте, с целью передачи мощности.

Значение трансформаторов как в электроэнергетике в целом, так и в повседневной жизни каждого человека трудно переоценить, они применяются повсеместно: на подстанциях, в городах и поселках, стоят силовые трансформаторы, понижающие высокое напряжение в тысячи и даже десятки тысяч Вольт до привычных нам 380/220 Вольт, на предприятиях стоят сварочные трансформаторы, которые незаменимы на производстве. Трансформаторы так же применяются и у нас дома в бытовой технике: в СВЧ-печах, блоках питания компьютеров и даже зарядных устройствах для телефонов.

В общем виде трансформатор представляет собой две обмотки расположенных на общем магнито-проводе. Обмотки выполняются из медного или алюминиевого провода в эмалевой изоляции, а магнито-провод изготовлен из тонких изолированных лаком пластин электротехнической стали, для уменьшения потерь электроэнергии на вихревые токи (так называемые токи Фуко).

Та обмотка, которая подключается к источнику питания, называется первичной обмоткой, а обмотка, к которой подключается нагрузка — соответственно вторичной. Если со вторичной обмотки (W2) трансформатора снимается напряжение (U2) ниже, чем напряжение (U1) которое подаётся на первичную обмотку (W1), то такой трансформатор считается понижающим, а если выше — повышающим.

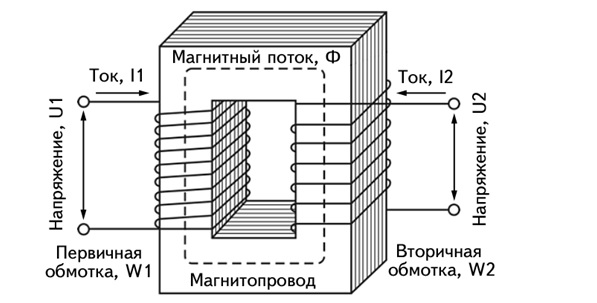


Схема общего устройства трансформатора

Металлическая часть, на которой располагается электрическая обмотка (катушка), т.е. которая находится в ее центре, называется сердечником, в трансформаторах этот сердечник имеет замкнутое исполнение и является общим для всех обмоток трансформатора, такой сердечник называется **магнито-проводом. П**ринцип работы трансформаторов основан на законе электромагнитной индукции, для понимания того как это работает представим самый простой трансформатор, аналогичный тому который представлен на рисунке 2, т.е. у нас есть магнитопровод на котором располагаются 2 обмотки, представим, что первая обмотка состоит всего из одного витка, а вторая — из двух.

Теперь подадим напряжение 1 Вольт на первую обмотку, ее единственный виток условно создаст магнитный поток величиной в 1 Вб (справка: Вебер (Вб) — единица измерения магнитного потока)в магнито-проводе, так как магнито-провод имеет замкнутое исполнение магнитный поток будет протекать в нем по кругу при этом пересекая 2 витка второй обмотки, при этом в каждом из этих витков за счет электромагнитной индукции наводит (индуктирует) электродвижущую силу (ЭДС) в 1 Вольт, ЭДС этих двух витков складывается и на выходе со второй обмотки мы получаем 2 Вольта.

Таким образом, подав на первичную обмотку 1 Вольт, на вторичной обмотке мы получили 2 Вольта, т.е. в данном случае трансформатор будет называться повышающим, т.к. он повышает поданное на него напряжение.

Но этот трансформатор может работать и в обратную сторону, т.е. если на вторую обмотку (с двумя витками) подать 2 Вольта, то с первой обмотки по тому же принципу мы получим 1 Вольт, в этом случае трансформатор будет называться понижающим.

**Мощность**является одним из главных параметров трансформаторов. В паспортных (заводских) данных трансформатора указывается его полная мощность (обозначается буквой S), она зависит от типа используемого магнито-провода, количества и диаметра витков в обмотках, то есть от массогабаритных показателей электромагнитного аппарата.

Измеряется мощность в единицах В∙А (Вольт-Ампер). На практике для трансформаторов больших мощностей, как правило используются кратные Вольт-Амперам величины Киловольт-ампер — кВА (103 В∙А) и Мегавольт-ампер — МВА (106 В∙А).

Фактически каждый трансформатор имеет 2 значения мощности: входную (S1) — мощность, которую трансформатор потребляет из питающей его сети и выходную (S2) — мощность, которую трансформатор отдает подключенной к нему нагрузке, при этом выходная мощность всегда меньше входной за счет электрических потерь в самом трансформаторе (потери на нагрев обмоток, потери на вихревые токи и т.д.). Величина этих потерь определяется другим основным параметром — **коэффициентом полезного действия,**сокращенно — **КПД**(обозначается буквой η), данный параметр указывается в процентах.

Например, если КПД указано 92% — это значит, что выходная мощность трансформатора будет меньше входной на 8%, т.е. 8% -это потери в трансформаторе.

**Формулы расчета мощности:**

Входная мощность: S1=U1х I1,ВА;

Выходная мощность: S2=U2х I2,ВА;

где:

I1,I2 — соответственно, токи в первичной и вторичной обмотках трансформатора в Амперах;

U1,U2 — соответственно, напряжения первичной и вторичной обмоток трансформатора в Вольтах.

Следует помнить, что полная мощность состоит из активной (P) и реактивной (Q) мощностей:

https://digteh.ru/BP/PowerTransf/fm2.gifАктивная мощность определяется по формуле: P=U х I х cosφ ,Ватт (Вт)

Реактивная мощность определяется по формуле: Q=U х I х sinφ ,вольт-ампер реактивный (Вар)

Коэффициент мощности: cosφ=P/S;

Коэффициент реактивной мощности:sinφ=Q/S

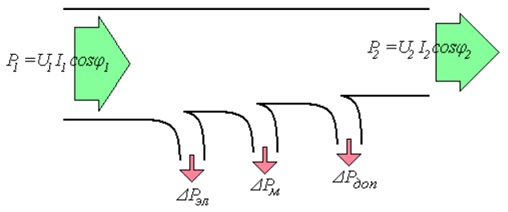
Формулы расчета КПД (η) трансформатора:

Как уже было указано выше КПД определяет величину потерь в трансформаторе или иными словами эффективность работы трансформатора и определяется оно отношением выходной мощности (P2) к входной (P1):

η=P2/P1

В результате данного расчета значение КПД определяется в относительных единицах (в виде десятичной дроби), например — 0,92, чтобы получить значение КПД в процентах рассчитанную величину необходимо умножить на 100% (0,92\*100%=92%).

Чем ближе КПД к 100% тем лучше, т.е. идеальный трансформатор — это трансформатор в котором P2=P1, однако в реальности из-за потерь в трансформаторе выходная мощность всегда ниже входной.



**Литература**

1. Белопольский, И.И. Расчет трансформаторов и дросселей малой мощности / И.И. Белопольский. - М.: ЁЁ Медиа, **2018. - 161** c.  
   2. Быстрицкий, Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. - Москва: **СИНТЕГ, 2015**. - 176 c.  
   3. Бьюлей, Л.В. Бьюлей Л.В. Волновые процессы в линиях передачи и трансформаторах / Л.В. Бьюлей. - М.: ЁЁ Медиа, **2015. - 728** c.  
   4. Вдовин, С. С. Проектирование импульсных трансформаторов / С.С. Вдовин. - М.: Энергия, **2015**. - 148 c.  
   5. Вильям, Маклиман Проектирование трансформаторов и дросселей / Маклиман Вильям. - М.: ДМК Пресс, 2016. **- 176** c.
2. Кислицын А. Л. «Трансформаторы»: учебное пособие по курсу «Электромеханика». Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 164 с.
3. Проскуряков В. С., Соболев С. В., Хрулькова Н. В. «Электротехника: Трансформатор»: учебное пособие. Екатеринбург: Уральский государственный технический университет — УПИ, 2007. – 186 с.

8. Хитерер, М.Я. Синхронные электрические машины возвратно-поступательного движения: Учебное пособие по специальностям "Электромеханика" и "Электропривод и автоматика" / М.Я. Хитерер. - СПб.: Корона-Принт, 2013. - 368 c.