

Классический расчет трансформатора достаточно сложен и требует знания почти всех характеристик, которые мы не можем знать, т.к. для использования мы берем всегда случайно попавший к нам сердечник. Поэтому, здесь для расчета трансформатора предлагается эмпирический метод, многократно проверенный радиолюбителями и основанный на практическом применении.

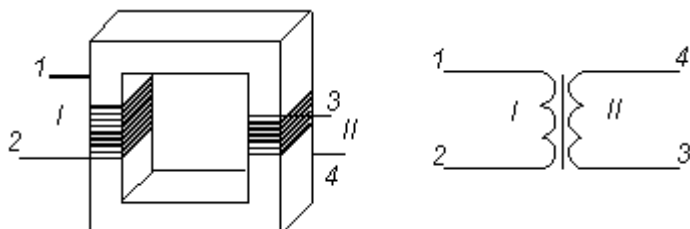


Рис.1. Трансформатор. Общий вид и условное обозначение.

Чтобы не загружать данную страницу, вы можете почитать о принципе действия трансформатора, о параметрах и характеристиках отдельно. Для расчета сетевого трансформатора необходимо знать исходные данные, а именно напряжения и токи каждой обмотки. **Первым шагом является** определение суммарной мощности, которая вычисляется как сумма мощностей, потребляемой каждой обмоткой (мощность - это произведение тока на напряжение), поэтому:

$P_{\text{сумм}} = U_1 I_1 + U_2 I_2 + \dots + U_n I_n$ , где  $U_1 I_1$ ,  $U_2 I_2$  и т.д. - произведения напряжений и токов вторичных обмоток (здесь ток - это максимальный ток нагрузки). **Теперь определяем габаритную мощность**, которая получается при делении на КПД:

$$P_2 = \frac{P_{\text{сумм}}}{\text{КПД}}$$

КПД заранее знать нельзя, но ее можно определить по таблице 1:

Суммарная мощность, Вт	10-20	20-40	40-100	100-300
КПД трансформатора	0,8	0,85	0,88	0,92

Наиболее распространенные две формы сердечника:

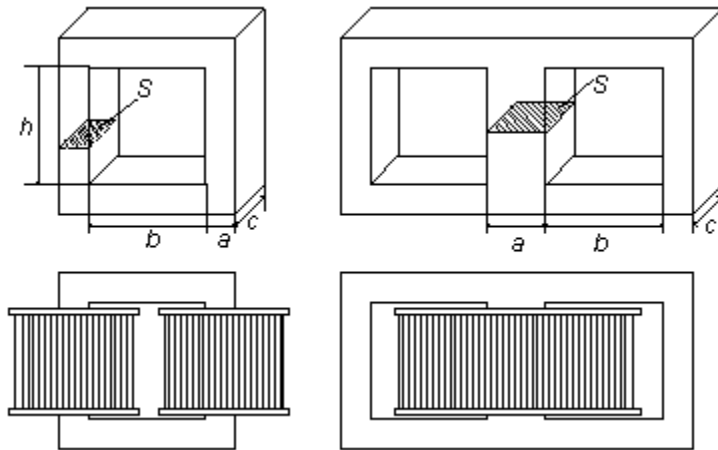


Рис. 2. Формы сердечника трансформатора и расположение катушек на сердечнике

Зная габаритную мощность трансформатора, **находим сечение** рабочего керна его сердечника, на котором находится катушка:

$$S = 1,2\sqrt{P_2}$$

S - получается в квадратных сантиметрах.

**Теперь находим** ширину рабочего керна сердечника по формуле:

$$a = 0,8\sqrt{S}$$

По полученному значению **a** (см.) выбираем из имеющихся в наличии сердечников данное значение (можно больше), и **находим толщину** пакета **c** (см.):

$$c = S / a$$

**Теперь определяем** количество витков, приходящихся на 1 вольт напряжения:

$$n = K / S$$

Коэффициент K обычно лежит в пределах от 35 до 60. В первую очередь он зависит от свойств пластин стали сердечника. Для стали толщиной 0,35 мм, для сердечников С-образной формы, витых из тонкой стали, K=35. Для сердечников О-образной формы, собранный из П- или Г-образных пластин без отверстий по углам, берем K=40. Если применяются пластины типа Ш без отверстий, то K=45, с отверстиями K=50. Для пластин Ш-образной формы с отверстиями, толщиной 0,35 мм, K=60. Т.е. значением K можно варьировать, но учитывать, что уменьшение K облегчает намотку, но ужесточает работу

трансформатора. При применении пластин из высококачественной стали этот коэффициент можно немного уменьшить, а при низком качестве нужно увеличить.

Теперь можно найти количество витков первичной обмотки:

$$W = U \cdot n$$

Для определения количества витков вторичной обмотки, необходимо вводить дополнительный коэффициент  $m$ , учитывающий падение напряжения на ней:

$$W = m \cdot U \cdot n$$

Коэффициент  $m$  зависит от силы тока, протекающего по данной обмотке, табл.2:

Сила тока вторичной обмотки, А	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0
$m$	1,02	1,03	1,04	1,06

Диаметр проводов вторичных обмоток можно найти:

$$d = p \cdot \sqrt{I}$$

где  $d$ -диаметр провода по меди, мм;  $I$ -сила тока в обмотке, А;  $p$ -коэффициент, учитывающий допустимый нагрев, зависящий от марки провода, табл. 3:

Марка провода	ПЭЛ	ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭТ
$p$	0,8	0,72	0,69	0,65

Силу тока в первичной обмотке можно определить так:

$$I = P_2 / U$$

### Пример

расчета.

Нужно рассчитать трансформатор со следующими данными:

$U_1=6,3В$ ,  $I_1=1,5А$ ;  $U_2=12В$ ,  $I_2=0,3А$ ;  $U_3=120В$ ,  $I_3=0,059А$ . Находим суммарную

мощность:  $P_{сумм}=6,3*1,5+12*0,3+120*0,059=20,13$  Вт. С помощью табл.1 определяем

габаритную мощность:  $P_g=20,13/0,85=23,7$  Вт. Находим сечение трансформатора:

$$S = 1,2 \cdot \sqrt{23,7} = 5,84 \text{ см}^2.$$

Находим приближенное значение ширины рабочего керна:

$$a = 0,8 \cdot \sqrt{S} = 0,8 \cdot \sqrt{5,84} = 1,94 \text{ см.}$$

Выбираем пластины трансформатора типа Ш-19, для которых  $a=1,9$  см, и находим

толщину пакета:

$$c = S/a = 5,84/1,9 = 3,1 \text{ см.}$$

Фактически полученное сечение рабочего керна сердечника:

$$S = ac = 1,9 * 3,1 = 5,89 \text{ см}^2.$$

Определяем коэффициент  $K$ . Допустим, что используются пластины трансформаторной

стали типа Ш-19 без отверстий по углам. Тогда  $K=45$ .

Находим количество витков на 1 В:

$$n=K/S=45/5,89=7,64.$$

Определяем количество витков первичной обмотки при питании от сети напряжением 220 В:

$$W_1=U_1 \cdot n=220 \cdot 7,64=1680 \quad \text{витков.}$$

Находим из табл. 3 коэффициент  $m$  для каждой из вторичных обмоток:

при  $I_1=1,5\text{A},$   $m_1=1,04;$

при  $I_2=0,3\text{A},$   $m_2=1,02;$

при  $I_3=0,059\text{A},$   $m_3=1,00.$

Определяем количество витков каждой из вторичных обмоток с округлением до ближайшего целого числа:

$$W_1=m_1 U_1 n=1,04 \cdot 6,3 \cdot 7,64=50 \quad \text{витков;}$$

$$W_2=m_2 U_2 n=1,02 \cdot 12 \cdot 7,64=94 \quad \text{витков;}$$

$$W_3=m_3 U_3 n=1,00 \cdot 120 \cdot 7,64=917 \quad \text{витков;}$$

Находим силу тока в первичной обмотке:

$$I_1=P_r/U_{\text{сети}}=23,7/220=0,108 \quad \text{А.}$$

Находим диаметр провода первичной обмотки:

$$d_I = p \sqrt{I_I} = 0,72 \sqrt{0,108} = 0,236, \text{ мм.}$$

Находим диаметры проводов вторичных обмоток. Для этого составляем таблицу намоточных данных, где диаметры проводов по меди выбраны из ближайших больших стандартных значений, а диаметры проводов в изоляции взяты на 10% больше, чем диаметры проводов по меди, табл. 4.

Обмотка	Количество витков, $W$	Диаметр провода по меди, $d$ , мм	Диаметр провода по изоляции, мм
I(первичн.)	1680	0,24	0,25
1	50	0,9	0,99
2	94	0,41	0,45
3	917	0,18	0,2

Многokrатно проверенный расчет сетевого трансформатора. Все.