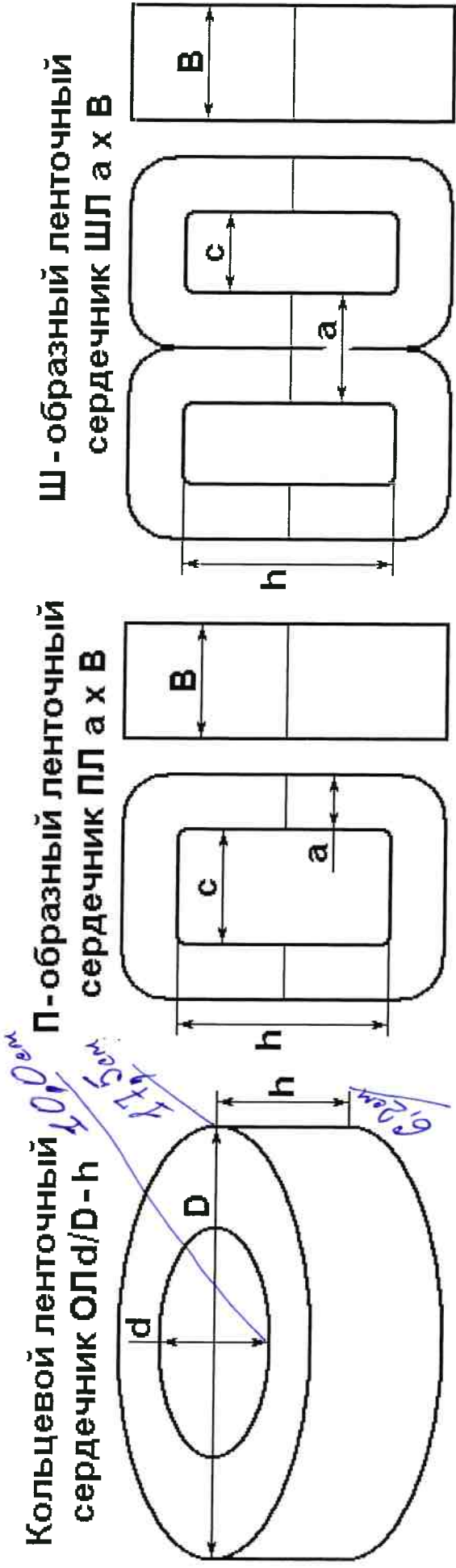


В настоящее время наиболее распространены магнитопроводы следующих типов:



Кольцевой ленточный сердечник ОЛd/D-h

П-образный ленточный сердечник ПЛ а х В

Ш-образный ленточный сердечник ШЛ а х В

$$S_c = \frac{(D-d) \cdot h}{2} \quad S_o = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Например, для ОЛ64/100-50
 $S_c = 9 \text{ см}^2 \quad S_o = 32,17 \text{ см}^2$

$$S_c = a \times B \quad S_o = c \times h$$

Например, для ПЛР 21х32
 при $c = 26 \text{ мм}, h = 85 \text{ мм}$
 $S_c = 6,72 \text{ см} \quad S_o = 22,1 \text{ см}$

$$S_c = a \times B \quad S_o = c \times h$$

Например, для ШЛ 20х32
 при $c = 13 \text{ мм}, h = 85 \text{ мм}$
 $S_c = 6,4 \text{ см} \quad S_o = 11,05 \text{ см}$

(типы магнитопроводов Б69 и Б35 завода "Комета", г. Великий Новгород)

Кое-где еще можно встретить Ш-образные пластинчатые сердечники, расчет таких трансформаторов аналогичен расчету Ш-образного ленточного.

Тороидальный трансформатор может использоваться при мощностях от 30 до 1000 Вт, когда требуется минимальное рассеяние магнитного потока или когда требование минимального объема является первостепенным. Имея некоторые преимущества в объеме и массе перед другими типами конструкций трансформаторов, тороидальные являются вместе с тем и наименее технологичными (удобными) в изготовлении.

Исходными начальными данными для упрощенного расчета являются:

- напряжение первичной обмотки U1;
- напряжение вторичной обмотки U2;
- ток вторичной обмотки I2;

$$S_c = \frac{(17,5 - 10,0) \cdot 6,2}{2} = 23,25 \text{ см}^2$$

$$S_o = \frac{3,14 \cdot 10,0^2}{4} = 78,5 \text{ см}^2$$

1. Расчет трансформатора

Расчет габаритной мощности трансформатора

При выборе железа для трансформатора надо учитывать, чтобы габаритная мощность трансформатора была строго больше расчетной электрической мощности вторичных обмоток.

Мощность вторичной обмотки $P_2 = I_2 * U_2 = P_{\text{вых}}$

Если обмоток много, то мощность, отдаваемая трансформатором, определяется суммой всех мощностей вторичных обмоток ($P_{\text{вых}}$).

Другими словами - габаритная мощность трансформатора - это мощность которую способно "вынести" железо. Прежде чем перейти к формуле, сделаем несколько оговорок:

- Главный качественный показатель силового трансформатора для радиоаппаратуры это его надежность. Следствие надежности - это минимальный нагрев трансформатора при работе (иными словами он должен быть всегда холодным!) и минимальная просадка выходных напряжений под нагрузкой (иными словами, трансформатор должен быть "жестким").
- В расчетах примем КПД трансформатора 0,95
- Так как речь в статье пойдет об обычном сетевом трансформаторе, примем рабочую частоту равной 50Гц.
- Учтывая то, что нам нужен надежный трансформатор, и учитывая то, что напряжение в сети может иметь отклонения от 220 вольт до 10%, принимаем $V=1,2$ Тл
- Плотность тока принимаем 3,5 А/мм²
- Коэффициент заполнения сердечника сталью принимаем 0,95
- Коэффициент заполнения окна принимаем 0,45

Исходя из принятых допущений, формула для расчета габаритной мощности у нас примет вид:

$$P = 1.9 * S_c * S_o$$

Где:

S_c и **S_o** - площади поперечного сечения сердечника и окна, соответственно [кв. см];

2. Определение количества витков в обмотках.

Прежде всего рассчитываем количество витков в первичной обмотке.

Упрощенная формула будет иметь вид:

$$= 1,9 \times 23,25 \times 78,5 = 3467 \text{ ВТ}$$

$$P=40 * U / Sc$$

Где:

Sc - площадь поперечного сечения сердечника, соответственно [кв. см]; **U** - напряжение первичной обмотки [В];

Количество витков во вторичной обмотке можно рассчитать по этой же формуле, увеличив число витков примерно на 5% (КПД трансформатора), но можно поступить проще: после того как намотана первичка - наматываем поверх нее 10 витков и измеряем напряжение. Зная какое напряжение требуется получить на выходе трансформатора и зная какое напряжение приходится на 10 витков - определяем необходимое число витков.

3. Расчет диаметра провода.

Рассчитываем диаметры проводов обмоток исходя из протекающих в них токов по следующим формулам (для меди, серебра или алюминия):

$$\mathbf{Cu: d_{[мм]} = 0,02 \times \sqrt{I_{[mA]}} \quad \text{или} \quad \mathbf{d_{[мм]} = 0,632 \times \sqrt{I_{[A]}}}$$

$$\mathbf{Ag: d_{[мм]} = 0,019 \times \sqrt{I_{[mA]}} \quad \text{или} \quad \mathbf{d_{[мм]} = 0,605 \times \sqrt{I_{[A]}}}$$

$$\mathbf{Al: d_{[мм]} = 0,025 \times \sqrt{I_{[mA]}} \quad \text{или} \quad \mathbf{d_{[мм]} = 0,8 \times \sqrt{I_{[A]}}}$$

Полученные значения округляем в сторону увеличения до ближайшего стандартного диаметра провода.

7. Делаем проверку расчета. Мощность первичной обмотки - произведение питающего напряжения на потребляемый ток, должна быть равна сумме мощностей всех вторичных обмоток. То есть: $U_1 \times I_1 = U_2 \times I_2 + U_3 \times I_3 + U_4 \times I_4 + \dots$

Намотав трансформатор, для проведения дальнейших расчетов выпрямителя необходимо замерить некоторые его параметры.

- Активное сопротивление первичной обмотки.
- Активное сопротивление вторичных обмоток.
- Точные значения напряжений вторичных обмоток, разумеется, проверив, чтобы в сети при этом напряжение составляло 220 вольт. Если же оно отличается от номинала (но находится в пределах 198 - 242), то пропорционально пересчитать измеренные значения.
- Ток холостого хода первичной обмотки (какой ток трансформатор потребляет из сети при отсутствии нагрузки на его вторичных обмотках).

К примеру,

Тороидальный силовой двухобмоточный трансформатор, мощностью 530 Ватт, который я сам, вручную, мотал в 1982 году на сердечнике от сгоревшего бытового переходного 400-ваттного автотрансформатора 127/220 вольт, называвшегося в торговой сети "Юг-400", имел следующие параметры:

Магнитная индукция при напряжении 220 вольт - 1,2 Тесла,

Число витков первичной обмотки (220 вольт) - 1100.

Диаметр провода первичной обмотки - 0,96 мм.

Число витков вторичной обмотки (127 вольт) - 635.

Диаметр провода вторичной обмотки - 1,35 мм.

При этом, ток холостого хода получился 7 (семь!) миллиампер.

На протяжении восемнадцати лет, не выключаясь, через этот трансформатор у меня питался "холостяцкий" холодильник "Саратов-II" (тот самый, при работе с которым сгорел автотрансформатор "Юг") после перевода нашего района на напряжение сети 220 вольт.

Для сравнения.

"Родная", промышленная, обмотка того самого трансформатора "Юг" на 220 вольт содержала 880 витков. Не удивительно, что он грелся как сволочь, даже будучи лишь автотрансформатором, и в конце-концов сгорел. Да, это и понятно, ведь, советская бытовая промышленность была заинтересована в увеличении покупательского спроса. Ну, вот и достигалось это не широкой номенклатурой товаров, а ограниченным сроком их работы!