

Исходные данные:

Частота f .

Выходная мощность $P_{\text{вых}}$.

Действующее значение входного напряжения $U_{\text{вх}}$.

Выходное напряжение $U_{\text{вых}}$.

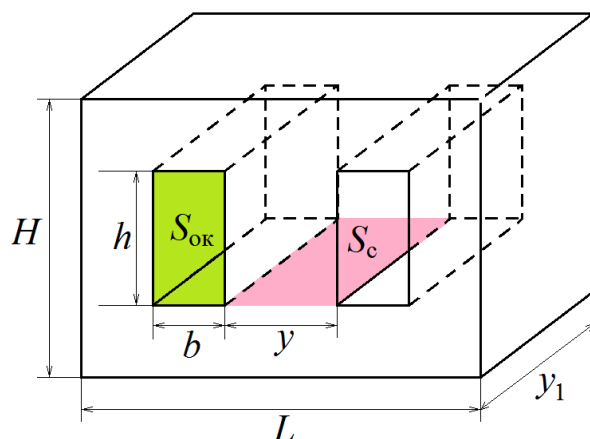
Допустимая величина коэффициента пульсаций $K_{\text{п}}$.

Выбор сердечника

Параметры основных материалов магнитопроводов:

материал	B_0 , Тл	f , Гц
феррит	0,3	$0 \dots 10^6$
альсифер	1,0	$0 \dots 20 \times 10^3$
Ш-образные пластины 0,5 мм	1,5	$50 \dots 100$
Ш-образные пластины 0,2 мм	1,5	$100 \dots 200$
Лента 0,1 мм	1,5	$200 \dots 1000$
Лента 0,05 мм	1,5	$1000 \dots 4000$

Ш-образные сердечники:



$$H = 0,86 L$$

$$b = 0,25 L \quad h = 2,5 b$$

$$y = b \quad y_1 = 1 \dots 2 y$$

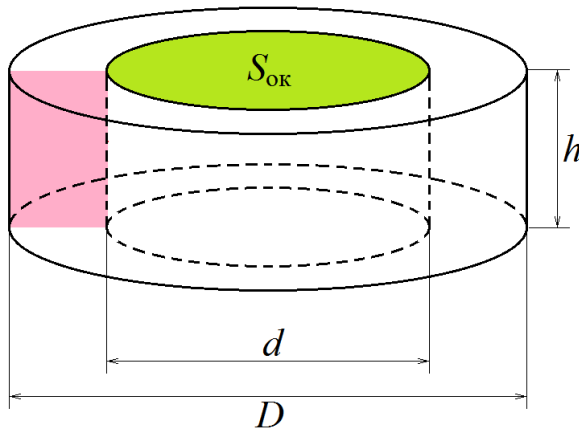
$$\text{Площадь окна } S_{\text{ок}} = b h$$

$$\text{Площадь сечения сердечника} \\ S_c = y_1 y$$

Допустимым является выбор размера L из ряда:
20 мм, 24 мм, 32 мм, 40 мм, 48 мм, 64 мм, 80 мм, 100 мм, 128 мм, 160 мм.

Марку Ш-образного сердечника принято обозначать как Ш $y \times y_1$, значения y и y_1 приводятся в мм.

Кольцевые сердечники:



$$d = 0,625D$$

$$h = 0,25 \dots 0,5D$$

$$\text{Площадь окна } S_{\text{ок}} = \pi d^2 / 4$$

Площадь сечения сердечника

$$S_c = \frac{D-d}{2} h$$

Допустимым является выбор размера D из ряда:

16 мм, 20 мм, 26 мм, 32 мм, 40 мм, 50 мм, 64 мм, 80 мм, 100 мм, 128 мм.

Марку кольцевого сердечника принято обозначать как $K D \times d \times h$, значения D , d и h приводятся в мм.

Размеры сердечника трансформатора определяют его габаритную мощность, то есть максимальную мощность, рассеиваемую на нагрузке, которую можно оценить по формуле:

$$P_{\text{Габ}} [Вт] = \frac{S_{\text{ок}} [см^2] \times S_c [см^2] \times B_0 [Тл] \times f [Гц]}{80} \approx \frac{(S_c [см^2])^2 \times B_0 [Тл] \times f [Гц]}{80}, \quad (1)$$

где $S_{\text{ок}}$ – площадь окна, S_c – площадь сечения сердечника, B_0 – индукция насыщения материала сердечника, f – рабочая частота.

Порядок расчёта трансформатора:

1. По заданной выходной мощности определить габаритную мощность трансформатора:

$$P_{\text{Габ}} = 1,2 P_{\text{вых}}$$

2. На основе габаритной мощности и рабочей частоты трансформатора, используя формулу (1), выбрать сердечник трансформатора.

3. Рассчитать амплитуду напряжения U_1 , возникающего на одном витке обмотки трансформатора, по формуле

$$U_1 = 2\pi f S_c B_0, \quad (2)$$

где f – рабочая частота, S_c – площадь сечения сердечника трансформатора, B_0 – индукция насыщения материала сердечника.

4. Рассчитать необходимое число витков вторичной обмотки трансформатора по формуле:

$$N_2 = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_1}, \quad (3)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение, U_1 – амплитуда напряжения, возникающего на одном витке обмотки, определённое по формуле (2). При выборе числа витков N_2 следует иметь в виду, что оно должно быть целым (при округлении значения, полученного в (3) следует использовать округление в большую сторону), и, желательно, не меньшим 5.

5. Рассчитать необходимое число витков первичной обмотки трансформатора по формуле:

$$N_1 = \frac{U_{\text{ВХ}} \sqrt{2}}{U_{\text{ВЫХ}}} N_2, \quad (4)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение, $U_{\text{ВХ}}$ – действующее входное напряжение, N_2 – число витков вторичной обмотки, определённое по формуле (3). При выборе числа витков N_1 следует иметь в виду, что оно должно быть целым (при округлении значения, полученного в (3) следует использовать правила округления), и, желательно, не меньшим 5.

6. Определить ток вторичной обмотки трансформатора:

$$I_2 = \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВЫХ}}}, \quad (5)$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение, $P_{\text{ВЫХ}}$ – выходная мощность.

7. Исходя из максимально допустимой плотности тока в медном проводе $j [A/mm^2] = 2$, оценить диаметр провода первичной и вторичной обмоток по формуле:

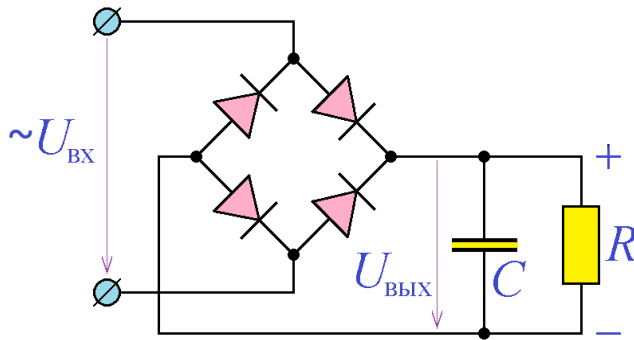
$$D_{1,2} [мм] = \sqrt{\frac{4 I_{1,2} [A]}{\pi j}}. \quad (6)$$

8. Исходя из величины коэффициента заполнения окна $K_3 = 0,5$, оценить необходимую площадь окна сердечника трансформатора по формуле:

$$S_{\text{ок(треб.)}} = \frac{1}{K_3} \left[N_1 \left(\frac{\pi D_1^2}{4} \right) + N_2 \left(\frac{\pi D_2^2}{4} \right) \right]. \quad (7)$$

Сравнить величины $S_{\text{ок(треб.)}}$ и $S_{\text{ок}}$ выбранного сердечника. При необходимости пересмотреть выбор сердечника трансформатора и добиться выполнения условия $S_{\text{ок}} \geq S_{\text{ок(треб.)}}$.

Порядок расчёта выпрямителя:



Выпрямители, собранные по мостовой схеме, чаще всего используют ёмкостные фильтры, в которых конденсатор необходимой ёмкости подключается параллельно нагрузке.

Для расчёта выпрямителя необходимо использовать следующие соотношения:

1. Максимальное обратное напряжение диодов должно составлять не менее $U_{обр. max} = \frac{U_{ВЫХ}}{2}$.
2. Максимальный прямой ток диодов должен составлять не менее $I_{пр. max} = I_{ВЫХ} = \frac{P_{ВЫХ}}{U_{ВЫХ}}$.
3. Максимальная мощность, рассеиваемая диодами, должна составлять не менее $P_{max} = \frac{I_{ВЫХ} \times 0,7B}{2}$.
4. Верхнее значение рабочей частоты диодов должно быть не менее частоты $f_{max} = 2f$, где f – частота входного переменного напряжения.
5. Ёмкость фильтрующего конденсатора необходимо рассчитать по формуле:

$$C \approx \frac{1}{4fRK_{\Pi}}, \quad (8)$$

где f – частота входного переменного напряжения, R – сопротивление

нагрузки, $R = \frac{U_{ВЫХ}}{I_{ВЫХ}} = \frac{U_{ВЫХ}^2}{P_{ВЫХ}}$, K_{Π} – допустимая величина коэффициента пульсаций выходного напряжения.

6. Максимальное рабочее напряжение фильтрующего конденсатора должно составлять не менее $U_{раб.} = 1,5U_{ВЫХ}$.

Результаты расчёта необходимо представить в следующем виде:

1. Задание:

f , Гц	$P_{\text{вых}}$, Вт	$U_{\text{вх}}$, В	$U_{\text{вых}}$, В	K_{Π} , %

2. Параметры трансформатора:

Материал сердечника (сталь, феррит, альсифер, марку материала можно не указывать)	
Тип сердечника (марка)	
Число витков первичной обмотки N_1	
Диаметр провода первичной обмотки d_1 , мм	
Число витков вторичной обмотки N_2	
Диаметр провода вторичной обмотки d_2 , мм	
Требуемое окно сердечника, мм ²	
Желательно (+1...2 балла)	
Марка провода первичной обмотки	
Марка провода вторичной обмотки	

3. Параметры выпрямителя:

Максимальное обратное напряжение диодов $U_{\text{обр.мах}}$, В	
Максимальный прямой ток диодов $I_{\text{пр.мах}}$, А	
Максимальная мощность диодов $P_{\text{мах}}$, Вт	
Верхнее значение рабочей частоты диодов $f_{\text{мах}}$, Гц	
Сопротивление нагрузки R , Ом	
Ёмкость фильтрующего конденсатора C , мкФ	
Максимальное рабочее напряжение конденсатора $U_{\text{раб.}}$, В	
Желательно (+1...2 балла)	
Марка диодов выпрямителя	
Марка конденсатора	