

Расчет импульсного трансформатора

Исходные данные:

$U_1 := 155$ В - напряжение на первичной обмотке

$U_{\text{ВЫХ}} := 12$ В - выходное напряжение

$I_H := 2$ А - ток нагрузки

$f := 54.6 \cdot 10^3$ Гц - частота

Материал сердечника: N87

Тип сердечника: кольцевой

Максимальная индукция: 0.15 Тл

Перегрев трансформатора: 50 °С

Расчет

1. Выходная мощность трансформатора:

$k_i := 1$ - для выпрямителей в схеме 5.20 (б)

$U_{\text{пр}} := 1.1$ А - прямое падение напряжения на диоде выпрямителя (рис.1.).

$$P_H := (U_{\text{ВЫХ}} + k_i \cdot U_{\text{пр}}) \cdot I_H = (12 + 1.1) \cdot 2 = 26.2 \text{ Вт}$$

2. Суммарная мощность первичной и вторичной обмоток трансформатора:

$\eta := 0.98$ - КДТ трансформатора.

$$P_T := P_H \cdot \left(\frac{1}{\eta} + \sqrt{2} \right) = 26.2 \cdot \left(\frac{1}{0.98} + \sqrt{2} \right) = 63.8 \text{ ВА}$$

3. Определим произведение сечений сердечника и его окна:

S_c - площадь сечения сердечника

S_o - площадь окна сердечника

$K_j := 590$ А/см² - плотность тока в обмотке при заданном перегреве

$y := -0.12$

$K_{\phi} := 1$ коэффициент при импульсной форме напряжения

$K_{\text{и}} := 0.4$ коэффициент использования окна

$B_m := 0.15$ Тл

$$S_c S_o := \left(\frac{P_T \cdot 10^4}{4 \cdot K_{\phi} \cdot B_m \cdot f \cdot K_j \cdot K_{\text{и}}} \right)^{\frac{1}{y+1}} = \left(\frac{63.8 \cdot 10^4}{4 \cdot 0.15 \cdot 54.6 \cdot 10^3 \cdot 590 \cdot 0.4} \right)^{\frac{1}{-0.12+1}} = 0.059 \text{ см}^4$$

4. Используя справочник, выберем стандартный сердечник соответствующего размера:

$D := 2.95$ см $d := 1.95$ см $h := 1.49$ см

Площадь сечения магнитопровода Площадь окна магнитопровода

$$S_c := \frac{(D - d) \cdot h}{2} = 0.745 \text{ см}^2 \quad S_o := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1.95^2}{4} = 2.99 \text{ см}^2$$

$$S_c S_o_{\text{тр}} := S_o \cdot S_c = 2.23 \text{ см}^4 \quad l_{\text{ср.в.}} := 0.5 + 0.5 + 1.49 \cdot 2 = 3.98 \text{ см} \text{ длина витка}$$

ScSo.тр> ScSo сердечник выбран верно

Ток в первичной обмотке

$$I_1 := \frac{P_H}{U_1 \cdot \eta} = \frac{26.2}{155 \cdot 0.98} = 0.1725 \text{ А}$$

Плотность тока j

$$j := K_j \cdot \text{ScSo}_{\text{тр}}^y = 590 \cdot 2.23^{-0.12} = 535.9 \text{ А/см}^2$$

Габаритная мощность магнитного элемента

$k_{\Phi} := 1$ для прямоугольной формы сигнала

$k_{3c} := 0.7$ коэффициент заполнения сечения магнитопровода материалом ферромагнетика

$k_{ок} := 0.35$ коэффициент заполнения окна магнитопровода сечениями проводников

$n_0 := 0.5$ коэффициент показывающий какую часть катушки занимает первичная обмотка/

$$P_{габ} := 4 \cdot k_{\Phi} \cdot k_{3c} \cdot k_{ок} \cdot n_0 \cdot S_c \cdot 10^{-4} \cdot S_o \cdot 10^{-4} \cdot j \cdot 10^4 \cdot B_m \cdot f$$

$$P_{габ} = 4 \cdot 0.7 \cdot 0.35 \cdot 0.5 \cdot 0.745 \cdot 10^{-4} \cdot 2.99 \cdot 10^{-4} \cdot 535.9 \cdot 10^4 \cdot 0.15 \cdot 54.6 \cdot 10^3 = 479.1 \text{ Вт}$$

$$P_{габ} := P_{габ} = 479.1 \text{ Вт}$$

Витков в первичной обмотке

$$W_1 := \frac{U_1}{4 \cdot k_{\Phi} \cdot B_m \cdot f \cdot k_{3c} \cdot S_c \cdot 10^{-4}} = \frac{155}{4 \cdot 0.15 \cdot 54.6 \cdot 10^3 \cdot 0.7 \cdot 0.745 \cdot 10^{-4}} = 90.73 \text{ витков}$$

Принимаем

$$W_1 := 91 \text{ виток}$$

Витков во вторичной обмотке

$$U_{w2} := U_{\text{вых}} + k_i \cdot U_{\text{пр}} = 12 + 1.1 = 13.1$$

$$W_2 := \frac{W_1 \cdot U_{w2}}{U_1} = \frac{91 \cdot 13.1}{155} = 7.691 \text{ витков}$$

Принимаем

$$W_2 := 8 \text{ витков}$$

Сечение меди провода первичной обмотки

$$S_1 := \frac{P_H}{U_1 \cdot j \cdot 10^4} = \frac{26.2}{155 \cdot 535.9 \cdot 10^4}$$

$$S_1 = 3.154 \times 10^{-8} \text{ м}^2$$

$$S_1 := S_1 \cdot 10^6 = 0.031542 \text{ мм}^2$$

Сечение меди провода вторичной обмотки

$$S_2 := \frac{P_H}{U_{\text{ВЫХ}} \cdot j \cdot 10^4} = \frac{26.2}{12.535.9 \cdot 10^4}$$

$$S_2 = 4.074 \times 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$S_2 := S_2 \cdot 10^6 = 0.40741 \text{ мм}^2$$

FIG. 4 – TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS

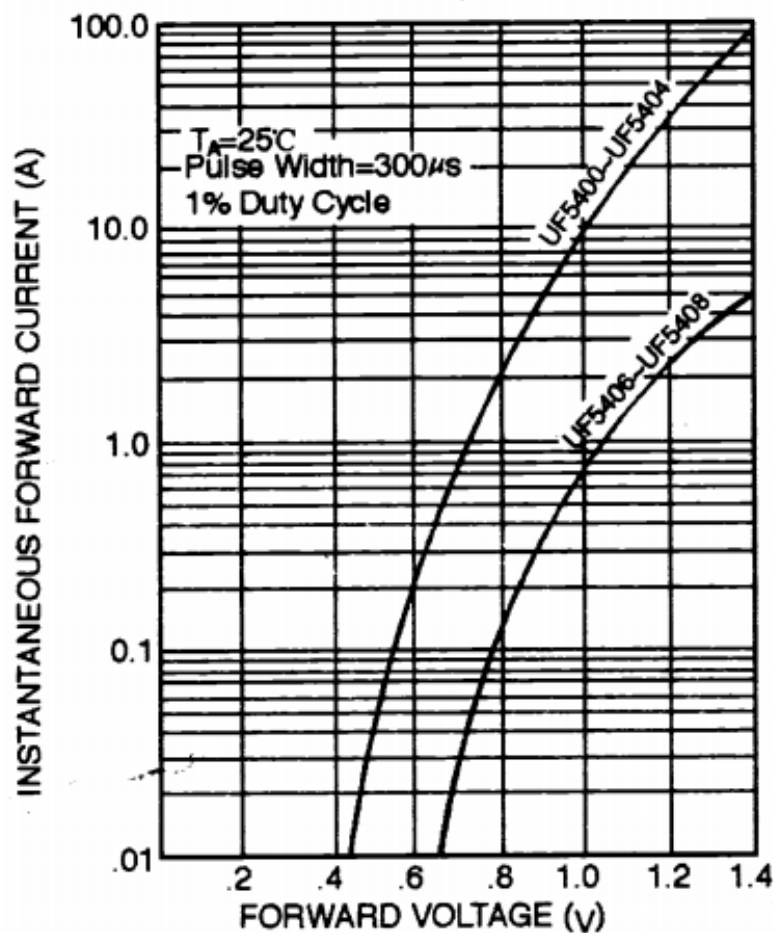


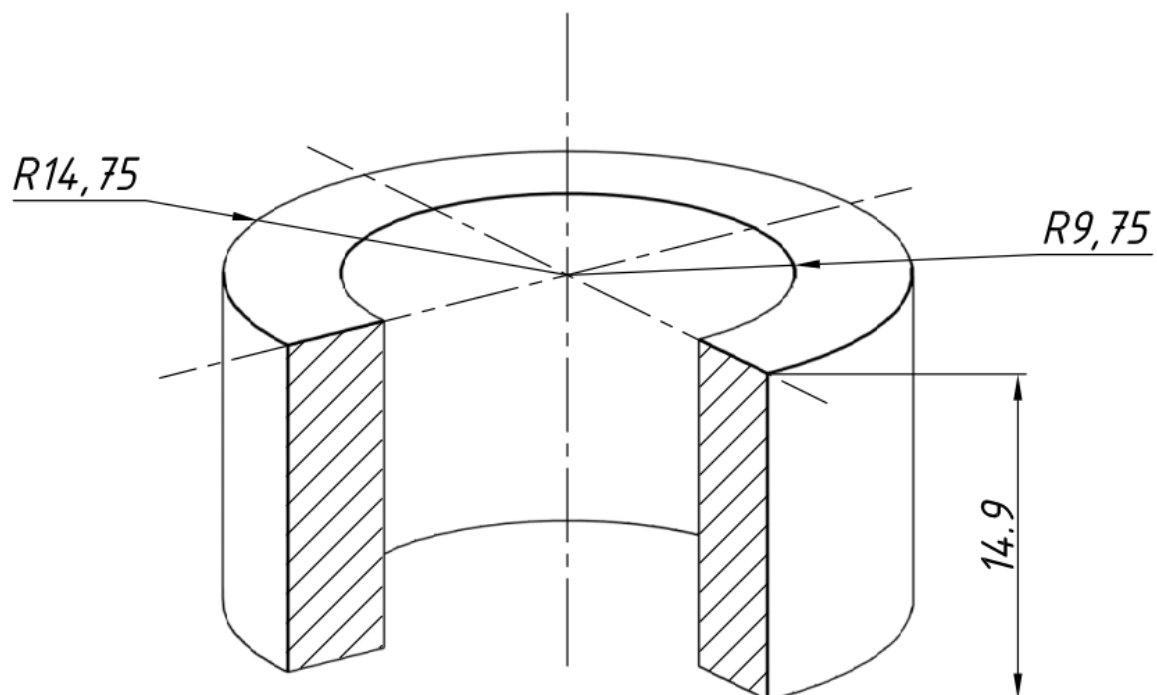
Рисунок 1 - Зависимость прямого падения напряжения от тока и температуры

Значения K_f и y для различной геометрии сердечников и двух значениях перегрева ΔT даны в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Сердечник	Соотношение потерь	K_f , A/см ² ($\Delta T = 25^\circ\text{C}$)	K_f , A/см ² ($\Delta T = 50^\circ\text{C}$)	y
Чашечный	$P_m = P_c$	433	632	-0,17
Порошковый и ферритовый кольцевой	$P_m \gg P_c$	403	590	-0,12
Броневого (Ш-образный, Е, ЕI)	$P_m = P_c$	366	534	-0,12
Стержневой (С)	$P_m = P_c$	323	468	-0,14
Стержневой, 1 катушка	$P_m \gg P_c$	395	569	-0,14
Ленточный кольцевой	$P_m = P_c$	250	365	-0,13

Рисунок 2 (стр.78)



сердечник B64290-L647-X87, N87, R29.5x19x14.9, размеры в мм

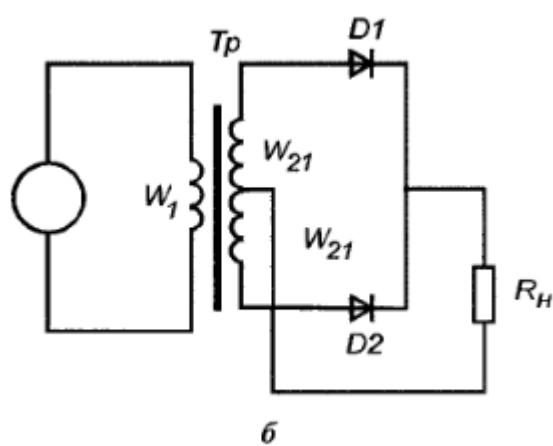


рисунок 5.20 б