

МГТУ им Н. Э. Баумана
Факультет «Информатика и системы управления»

Дисциплина
«Электротехника»

Отчет по домашнему заданию
«Расчет блока питания»
Вариант 112

Выполнил:

студент группы № ИУ5Ц-51Б

Дубянский А. И.

Подпись _____, дата _____

Проверил:

Белодедов М. В.

Подпись _____, дата _____

2019 г.

ЗАДАНИЕ

Исходные данные:

- Частота f , Гц = 100000.
- Выходная мощность $P_{\text{вых}}$, Вт = 0,2.
- Действующее значение входного напряжения $U_{\text{вх}}$, В = 120.
- Выходное напряжение $U_{\text{вых}}$, В = 110.
- Допустимая величина коэффициента пульсаций $K_{\text{п}}$, % = 0,1.

Рассчитать выпрямитель с параметрами, представленными в таблице 1.

Таблица 1

F, кГц	P _{вых} , Вт	U _{вх} , В	U _{вых} , В	K _п , %
100	0,2	120	110	0,1

РЕШЕНИЕ

1. Выбор сердечника трансформатора

В соответствии с таблицей 2 для заданного трансформатора по частотным свойствам подходит **феррит**.

Таблица 2

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...100
Ш-образные пластины 0,2 мм	1,5	100...200
Лента 0,1 мм	1,5	200...1000
Лента 0,05 мм	1,5	1000...4000

1. По заданной выходной мощности определяем габаритную мощность трансформатора: $P_{Г\Delta Б} = 1,2 \cdot P_{ВЫХ} = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24 \text{ Вт}$

2. Вычисляем $S_{ОК} \cdot S_C = \frac{80 \cdot P_{Г\Delta Б}}{f \cdot B_0} = \frac{80 \cdot 0,24}{100000 \cdot 0,3} = 0,00064 \text{ см}^4 = 6,4 \text{ мм}^4$

где $S_{ОК}$ – площадь окна, S_C – площадь сечения сердечника, B_0 – индукция насыщения материала сердечника, f – рабочая частота.

Кольцевые сердечники:

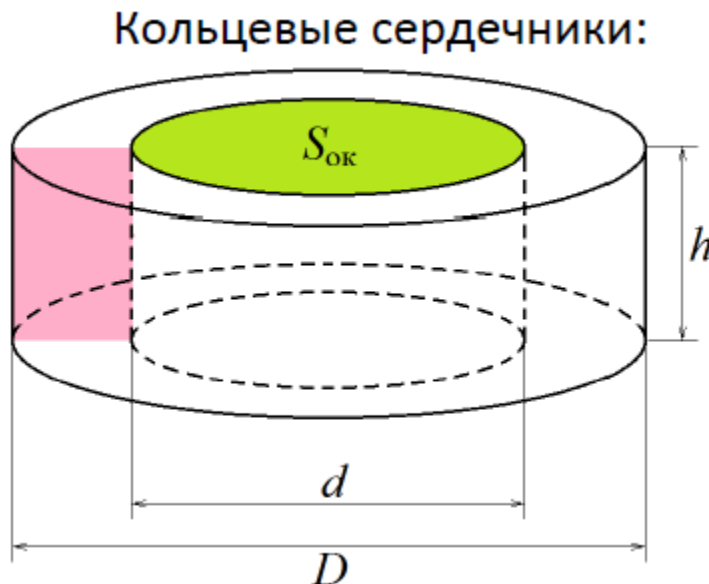


Рисунок 1 Ферритовое кольцо

$$S_{ОК} \cdot S_C = S_C^2 = 6,4 \text{ мм}^4$$

$$S_C = \sqrt{6,4} = 2,53 \text{ мм}^2$$

$$\text{Площадь окна } S_{ОК} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; d = \sqrt{\frac{4 S_{ОК}}{\pi}} = 1,8 \text{ мм.}$$

$$\text{Площадь сечения сердечника } S_C = \frac{D-d}{2} \cdot h$$

$$d = 0,625 \cdot D$$

$$h = (0,25 \dots 0,5) \cdot D$$

$$d = 1,8 \text{ мм} \quad D = d/0,625 = 2,88 \text{ мм}$$

$$h = 4,68 \text{ мм}$$

Ферритовых колец такого типоразмера нет, тогда выбираем кольцо минимального типоразмера представленного в методических указаниях.

Выбираем марку кольцевого сердечника К16х10 х4, значения D, d и h приводятся в мм.

$$\text{При } D = 16 \text{ мм} \quad d = 0,625 \cdot 16 = 10 \text{ мм}$$

$$h = 0,25 \cdot 16 = 4 \text{ мм}$$

$$\text{тогда } S_{\text{ОК}} = \frac{\pi \cdot 1,0^2}{4} = 0,785 \text{ см}^2$$

$$S_C = \frac{1,6 - 1,0}{2} \cdot 4 = 0,12 \text{ см}^2$$

3. Рассчитываем амплитуду напряжения U_1 , возникающего на одном витке

$$U_1 = 2\pi \cdot f \cdot S_C \cdot B_0 = 2\pi \cdot 100000 \cdot 0,12 \cdot 10^{-4} \cdot 0,3 = 2,26 \text{ В}$$

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

$$N_2 = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_1} = \frac{110}{2,26} = 48,7 \text{ витков, округляем до 49 витков}$$

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

$$N_1 = \frac{U_{\text{ВХ}} \cdot \sqrt{2}}{U_{\text{ВЫХ}}} \cdot N_2 = \frac{120 \cdot \sqrt{2}}{110} \cdot 48,7 = 74,9 \text{ витков, округляем до 75}$$

где $U_{\text{ВЫХ}}$ – выходное напряжение, $U_{\text{ВХ}}$ – действующее входное напряжение,

N_2 – число витков вторичной обмотки, определённое по формуле (3)

6. Токи через вторичную и первичную обмотки трансформатора следует рассчитать по формуле:

$$I_2 = \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВЫХ}}} = \frac{0,2}{110} = 0,0018 \text{ A.}$$

$$I_1 = \frac{P_{\text{ГАБ}}}{U_{\text{ВХ}}} = \frac{0,24}{120} = 0,002 \text{ A.}$$

7. Исходя из максимально допустимой плотности в медном проводе $j = 2 \text{ A/мм}^2$, оцениваем диаметр провода первичной и вторичной обмоток по формуле:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot I_2}{\pi \cdot j}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0018}{4 \cdot 2}} = 0,03 \text{ мм}$$

$$D_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot I_1}{\pi \cdot j}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,002}{4 \cdot 2}} = 0,032 \text{ мм}$$

Диаметр провода не может быть менее 0,062 мм, поэтому необходимую площадь окна будем рассчитывать исходя из этого диаметра

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

$$S_{\text{ОК(ТРЕБ)}} = K_3 \cdot (N_1 \cdot \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} + N_2 \cdot \frac{\pi \cdot D_2^2}{4}) = 0,5(75,0 \cdot \frac{\pi \cdot (0,062)^2}{4} + 49 \cdot \frac{\pi \cdot (0,062)^2}{4}) = 0,5 \cdot (0,23 + 0,15) = 0,19 \text{ мм}^2$$

Сравниваем величины $S_{\text{ОК(ТРЕБ)}}$ и выбранного $S_{\text{ОК}}$ сердечника.

$$S_{\text{ОК(ТРЕБ)}} < S_{\text{ОК}}; \quad 0,19 < 78,5$$

РАСЧЕТ ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Выпрямители, собранные по мостовой схеме, чаще всего используют ёмкостные фильтры, в которых конденсатор необходимой ёмкости подключается параллельно нагрузке, как показано на рисунке 2.

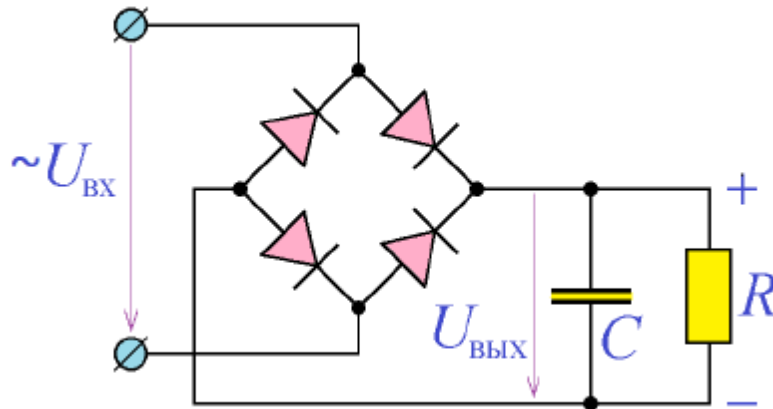


Рисунок 2 Схема мостового выпрямителя.

- 1. Максимальное обратное напряжение диодов должно составлять не менее**

$$U_{\text{обр. max}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{2} = \frac{110}{2} = 55 \text{ В}$$

- 2. Максимальный прямой ток диодов должен составлять не менее**

$$I_{\text{пр max}} = I_{\text{ВЫХ}} = \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВЫХ}}} = \frac{0,2}{110} = 0,018 \text{ А}$$

- 3. Максимальная мощность, рассеиваемая диодами, должна составлять не менее**

$$P_{\text{max}} = \frac{I_{\text{ВЫХ}} \cdot 0,7}{2} = \frac{0,018 \cdot 0,7}{2} = 0,0063 \text{ Вт}$$

- 4. Верхнее значение рабочей частоты диодов должно быть не менее частоты**

$$f_{\max} = 2 \cdot f = 2 \cdot 100000 = 200 \text{ кГц},$$

где f – частота входного переменного напряжения.

5. Ёмкость фильтрующего конденсатора рассчитаем по формуле:

$$C = \frac{1}{4\pi \cdot f \cdot R \cdot K_{\Pi}} = \frac{1}{4\pi \cdot 100000 \cdot 6111 \cdot 0,001} = 0,132 \text{ мкФ},$$

где f – частота входного переменного напряжения, R – сопротивление нагрузки,

$$R = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВЫХ}}} = \frac{110}{0,018} = 6111 \text{ Ом} \quad K_{\Pi} = 0,001 \text{ – допустимая величина коэффициента пульсаций выходного напряжения.}$$

Максимальное рабочее напряжение фильтрующего конденсатора должно составлять не менее $U_{\text{раб.}} = 1,5 \cdot U_{\text{ВЫХ}} = 1,5 \cdot 110 = 165 \text{ В.}$

Конденсатор выбираем из стандартного ряда E24, округляя значение в большую сторону. Конденсатор К73-17-250В - 0,15 мкФ±10%

Результаты расчёта сведены в таблицы 3 и 4:

Таблица 3 Параметры трансформатора

Материал сердечника	Феррит
Тип сердечника	K16x10x4
Число витков первичной обмотки N_1	75
Диаметр провода первичной обмотки $d_{1, \text{мм}}$	0,062
Число витков вторичной обмотки N_2	49
Диаметр провода вторичной обмотки $d_{2, \text{мм}}$	0,062
Требуемое окно сердечника $S_{\text{ОК}}, \text{мм}^2$	0,19

Таблица 4 Параметры выпрямителя

Максимальное обратное напряжение диодов $U_{\text{ОБРmax}}, \text{В}$	55
Максимальный прямой ток диодов $I_{\text{прmax}}, \text{А}$	0,018
Максимальная мощность диодов $P_{\text{max}}, \text{Вт}$	0,0063
Верхнее значение рабочей частоты диодов $f_{\text{max}}, \text{Гц}$	200000
Сопротивление нагрузки $R, \text{Ом}$	6111
Ёмкость фильтрующего конденсатора $C, \text{мкФ}$	0,15

Максимальное рабочее напряжение конденсатора $U_{\text{раб.}}, \text{В}$	165
--	-----

Есть типоразмер кольца К4х2,4х1,6

$D = 4 \text{ мм}; d = 2,4 \text{ мм}; h = 1,6 \text{ мм}$

$$S_{\text{ОК}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (2,4)^2}{4} = 4,52 \text{ мм}^2$$

Этот типоразмер ферритового кольца подходит, однако его нет в методических указаниях.