

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ 48

1. РАСЧЁТ ВЫПРЯМИТЕЛЯ И ФИЛЬТРА

Исходные данные:

Параметры сети и выпрямителя	
постоянная составляющая напряжения на нагрузке	$U_0=25 \text{ В}$
максимальный ток нагрузки	$I_0=1.8 \text{ А}$
минимальный ток нагрузки	$I_{0 \text{ мин}}=0.1 \text{ А}$
средняя мощность нагрузки	$P_0=45 \text{ Вт}$
напряжение сети	$U_1=220 \text{ В}$
частота напряжения сети	$f_c=50 \text{ Гц}$
коэффициенты напряжения сети	$\alpha_{\text{мин}}=0.1,$ $\alpha_{\text{макс}}=0.1$
тип сети	однофазная
Параметры фильтра	
коэффициент пульсаций на выходе фильтра	$K_{\text{п вых}}=0.002$

Структурная схема выпрямителя представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема выпрямителя

1.1 Выбор схемы выпрямителя и определение количества пульсаций m за период.

Исходя из требуемых тока и напряжения на выходе выпрямителя выбирают следующие схемы выпрямителей:

Схема выпрямителя	Ток нагрузки	Напряжение на нагрузке	Требования к пульсациям
Однополупериодная	1...100 мА		низкие
Со средней точкой	до 0.5 А	до 100 В	средние
Мостовая (схема Грца)	до 10 А	до 1000 В	высокие
Схема Латура	<100 мА	>1 кВ	высокие

Исходя из заданных параметров выпрямленного тока, выберем мостовую схему (схему Грца). Количество пульсаций за период $m=2$.

Исходя из малого коэффициента пульсаций напряжения на выходе фильтра и довольно высокого тока нагрузки следует применить LC-фильтр. Поэтому выпрямитель будем рассчитывать при работе на индуктивную нагрузку (т.е. фильтр начинается с дросселя).

Схема выпрямителя с фильтром приведена на рисунке 2.

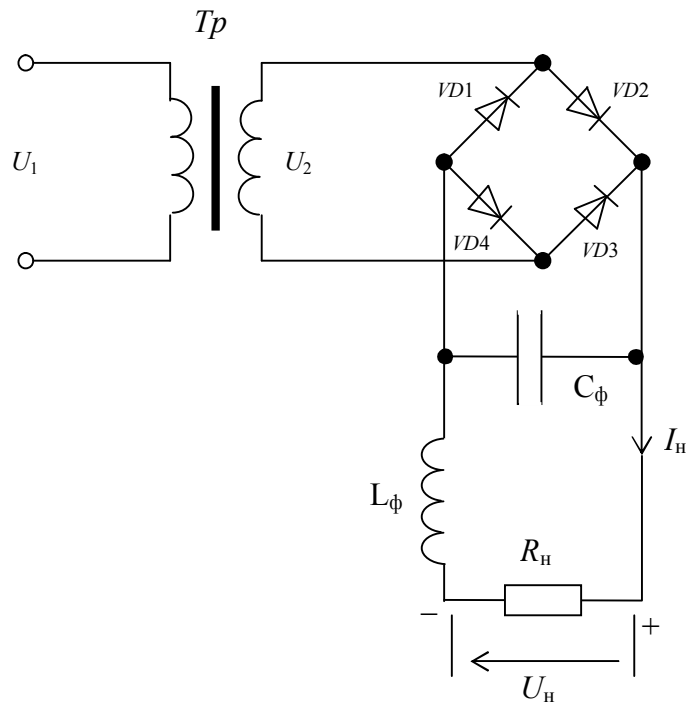


Рис. 2. Схема фильтра и выпрямителя

1.2 Максимальное значение выпрямленного напряжения равно:

$$U_{0\text{макс}} = U_0 (1 + \alpha_{\text{макс}}) = 25(1 + 0.1) = 27.5 \text{ (В)}.$$

Определим параметры вентиля: обратное напряжение на вентиле $U_{\text{обр}}$, среднее значение выпрямленного (прямого) тока $I_{\text{пр}}$, действующее значение тока вентиля $I_{\text{пр}}$, а также габаритную мощность трансформатора $S_{\text{тр}}$ (таблица П3.5 и П.3.6 [1]):

$$U_{\text{обр}} = 1.57 \cdot U_{0\text{макс}} = 1.57 \cdot 27.5 = 43.2 \text{ (В)},$$

$$I_{\text{пр.ср}} = 0.5 \cdot I_0 = 0.5 \cdot 1.8 = 0.9 \text{ (А)},$$

$$I_{\text{пр}} = 0.707 \cdot I_0 = 0.707 \cdot 1.8 = 1.27 \text{ (А)},$$

$$S_{\text{тр}} = 1.11 \cdot P_0 = 1.11 \cdot 45 = 50.0 \text{ (ВА)}.$$

Производим выбор вентиля из таблицы П2.2 [1]. При выборе вентиля необходимо выполнить следующие условия:

$$U_{\text{обр}} < U_{\text{обр. макс}},$$

$$I_{\text{пр.ср}} < I_{\text{пр.ср. макс}},$$

$$I_{\text{пр}} < 1.57 I_{\text{пр.ср. макс}}.$$

Данному условию удовлетворяет диод типа Д202Г со следующими параметрами:

$$I_{\text{пр.ср. макс}} = 3.5 \text{ (А)},$$

$$U_{\text{обр. макс}} = 70 \text{ (В)}.$$

1.3 Определяем активное сопротивление $r_{\text{тр}}$ и индуктивность рассеяния L_s обмоток трансформатора:

$$r_{\text{тр}} = (2 \div 2.35) \frac{U_0 j}{I_0 f_c B} \sqrt[4]{\frac{f_c B j}{S_{\text{тр}}}}, \quad (1.1)$$

$$L_s = (1.2 \div 2) \frac{U_0 \cdot 10^{-3}}{I_0 f_c B} \sqrt[4]{\frac{S_{\text{тр}} j}{f_c B}}, \quad (1.2)$$

где

j – плотность тока в обмотках трансформатора, А/мм²,

B – амплитуда магнитной индукции, Тл.

Плотность тока и амплитуда магнитной индукции определяются по величине габаритной мощности из графиков (рис. 1.2 [4]):

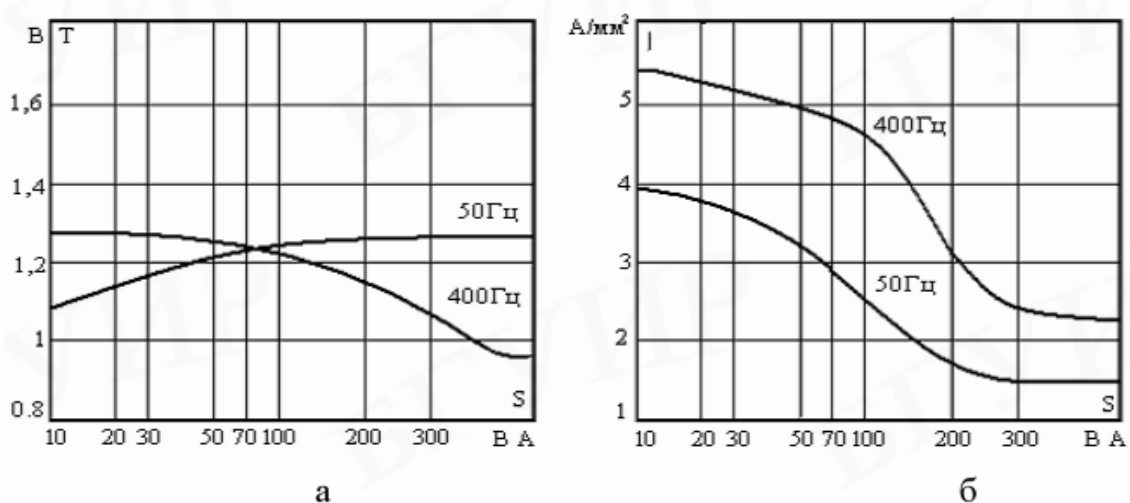


Рис. 3. Ориентировочные зависимости от полной мощности трансформатора: а - максимального значения магнитной индукции; б – плотности тока в обмотке.

Исходя из графиков на рисунке 3, $j=3.25 \text{ A/mm}^2$, $B=1.22 \text{ Тл}$.

Тогда активное сопротивление $r_{\text{тр}}$ и индуктивность рассеяния L_s обмоток трансформатора рассчитаем по формулам (1.1) и (1.2):

$$r_{\text{тр}} = 2.35 \frac{U_0 j}{I_0 f_c B} \sqrt[4]{\frac{f_c B j}{S_{\text{тр}}}} = 2.45 \text{ (Ом)},$$

$$L_s = 2 \frac{U_0 \cdot 10^{-3}}{I_0 f_c B} \sqrt[4]{\frac{S_{\text{тр}} j}{f_c B}} = 582 \cdot 10^{-6} \text{ (мГн)}.$$

Реактивное сопротивление обмотки трансформатора равно

$$x_{\text{тр}} = 2\pi f_c L_s = 0.183 \text{ (Ом)}.$$

1.4 Определяем напряжение холостого хода выпрямителя $U_{0\text{x.x}}$:

$$U_{0\text{x.x}} = U_0 + I_0 \left(r_{\text{тр}} + \frac{m_2 x_{\text{тр}}}{2\pi} \right) + U_{\text{пр}} N_1,$$

где $U_{\text{пр}}=2U_{\text{пр.ср}}$,

$$U_{\text{пр.ср}}=0.9 \text{ В},$$

$N_1=2$ – число вентилях, включённых последовательно,

$m_2=1$ – число фаз вторичных обмоток.

Тогда

$$U_{0\text{x.x}} = U_0 + I_0 \left(r_{\text{тр}} + \frac{m_2 x_{\text{тр}}}{2\pi} \right) + U_{\text{пр}} N_1 = 33.3 \text{ (В)}.$$

1.5 По величинам $U_{0\text{x.x}}$, I_0 , P_0 из таблиц П.3.5. и П.3.6. [1] определяем параметры трансформатора $U_2=E_2$, I_2 , I_1 , S_2 , S_1 , $S_{\text{тр}}$. Тогда

$$U_2 = 1.11U_{0x.x} = 370. \text{ (В)},$$

$$I_2 = I_0 = 1.8 \text{ (А)},$$

$$k_{\text{тр}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{U_1}{U_2} = 5.94,$$

$$I_1 = I_0 / k_{\text{тр}} = 0.303 \text{ (А)},$$

$$S_1 = 1.11P_0 = 50.0 \text{ (ВА)},$$

$$S_2 = 1.11P_0 = 50.0 \text{ (ВА)},$$

$$S_{\text{тр}} = \frac{S_1 + S_2}{2} = 50.0 \text{ (ВА)}.$$

1.6 Определяем напряжение холостого хода выпрямителя при максимальном напряжении сети $U_{0x.x.\text{макс}}$

$$U_{0x.x.\text{макс}} = U_{0x.x} (1 + \alpha_{\text{макс}}) = 36.7 \text{ (В)}.$$

Уточним величину максимального обратного напряжения:

$$U_{\text{обр макс}} = 1.57 \cdot U_{0x.x.\text{макс}} = 1.57 \cdot 36.7 = 57.6 \text{ (В)}.$$

Выбранный тип вентилялей удовлетворяет максимальному значению обратного напряжения.

1.7 Значение выпрямленного напряжения при минимальном напряжении сети равно:

$$U_{0\text{мин}} = U_0 (1 - \alpha_{\text{мин}}) = 25(1 - 0.1) = 22.5 \text{ (В)}.$$

Определим частоту основной гармоники выпрямленного напряжения $f_{\text{п}}$ и коэффициент пульсаций $K_{\text{п1}}$

$$f_{\text{п}} = 2f_c = 100 \text{ (Гц)},$$

$$K_{\text{п1}} = 0.67.$$

Определим угол перекрытия фаз из выражения

$$1 - \cos \gamma = \frac{I_0 m x_{\text{тр}}}{\pi U_{0x.x}}.$$

$$\text{Отсюда } \gamma = \arccos \left(1 - \frac{I_0 m x_{\text{тр}}}{\pi U_{0x.x}} \right) = 6.4^\circ.$$

С помощью рисунка 4 уточняем величину $K_{\text{п1}} = 0.69$.

1.8. Определим внутреннее сопротивление выпрямителя при изменении тока нагрузки от максимального значения I_0 до нуля

$$r_0 = \frac{U_{0x.x} - U_0}{I_0} = 4.64 \text{ (Ом)}.$$

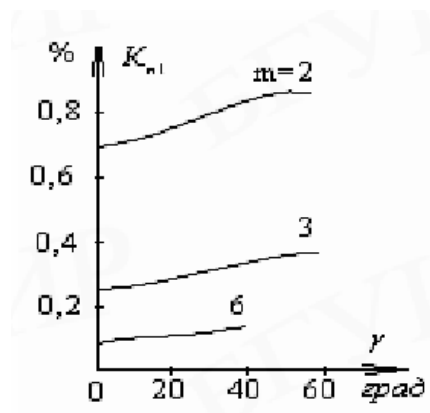


Рис. 4.

1.9 Определим коэффициент полезного действия (КПД) трансформатора из рисунка 5.

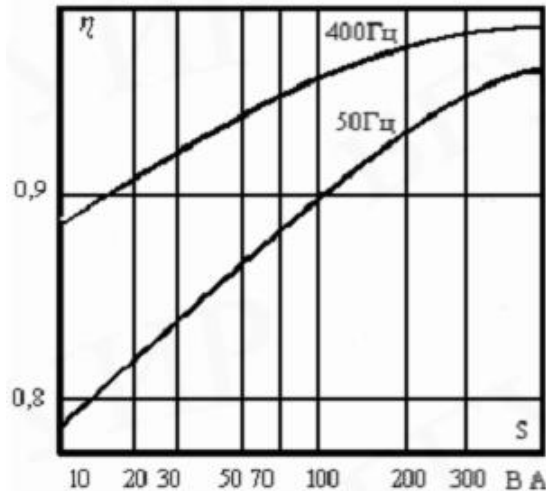


Рис. 5. К определению КПД трансформатора

КПД трансформатора равен $\eta_{\text{тр}}=0.865$.

Потери трансформатора равны

$$P_{\text{тр}} = \frac{S_{\text{тр}}(1 - \eta_{\text{тр}})}{\eta_{\text{тр}}} = 7.80 \text{ (Вт)}.$$

Общее количество диодов равно $N=4$.

Потери диодов равны:

$$P_{\text{д}} = I_{\text{пр.ср.}} \cdot U_{\text{пр}} \cdot N = I_{\text{пр.ср.}} \cdot 2U_{\text{пр.ср.}} \cdot N = 6.5 \text{ (Вт)}.$$

Определим КПД выпрямителя

$$\eta = \frac{P_0}{P_0 + P_{\text{тр}} + P_{\text{д}}} = 0.759.$$

Как указывалось ранее, для расчёта выбран LC-фильтр.

1.10. Требуемый коэффициент сглаживания равен

$$q = \frac{K_{\text{пвх}}}{K_{\text{пвых}}} = 345.$$

1.11. Определим произведение LC, обеспечивающее требуемый коэффициент сглаживания

$$LC = \frac{q+1}{m^2 \omega^2} = \frac{q+1}{m^2 (2\pi f_c)^2} = 8.76 \cdot 10^{-4} \text{ (Гн} \cdot \text{Ф)}.$$

1.12. Для обеспечения индуктивного характера нагрузки выпрямителя (отсутствия перерывов тока в дросселе) индуктивность дросселя должна быть больше (формула 3.4 [2])

$$L_{\text{min}} = \frac{2U_0}{(m^2 - 1)m\omega I_{0\text{min}}},$$

где U_0 и $I_{0\text{min}}$ – значения постоянной составляющей напряжения и тока соответственно на выходе выпрямителя (заданы в п. 1 работы).

Тогда

$$L_{\text{min}} = \frac{2U_0}{(m^2 - 1)m\omega I_{0\text{min}}} = \frac{U_0}{(m^2 - 1)m\pi f_c I_{0\text{min}}} = 14.7 \cdot 10^{-3} \text{ (Гн)}.$$

Из приложения П.3.1 [1] выберем дроссель, индуктивность которого не менее расчётной:

Номер дросселя: Д62
Индуктивность: $L_1=0.05$ Гн
Ток подмагничивания: $I_{\text{п}}=2.5$ А
Сопротивление дросселя: $r_{\text{д}}=0.5$ А

4. Определяем величину ёмкости конденсатора при выбранном дросселе

$$C_1 > \frac{LC}{L_1} = 17.5 \cdot 10^{-3} \text{ (Ф)}.$$

Данное значение ёмкости значительно, требует использования большой батареи конденсаторов. Поэтому применим трёхзвенный фильтр.

По формуле 3.8 [2] определим произведение

$$L_{\text{зв}} C_{\text{зв}} = \sqrt[n]{q / (m\omega)^{2n}} = \sqrt[n]{q / (m \cdot 2\pi f_c)^{2n}} = 11.8 \text{ (Гн} \cdot \text{мкФ)}.$$

Определяем величину ёмкости конденсатора при выбранном дросселе

$$C_{\text{зв}} > \frac{L_{\text{зв}} C_{\text{зв}}}{L_{\text{зв}}} = 355 \cdot 10^{-6} \text{ (Ф)}.$$

Выберем ёмкость конденсатора C_1 с запасом по ёмкости $C_1=600$ мкФ.

Произведём оценку перенапряжений при резком изменении тока нагрузки.

Максимальное напряжение на конденсаторе LC-фильтра определяется выражением:

$$U_{\text{см}} \approx U_0 \left(1 + \frac{\Delta U_{\text{см}}}{U_0} \right),$$

где
$$\frac{\Delta U_{\text{см}}}{U_0} = e^{-\frac{\alpha_{\text{ф}} \pi}{\omega_{\text{ф}}}},$$

$$\alpha_{\text{ф}} = \frac{r_0}{2L} + \frac{1}{2R_{\text{н}} C} - \text{коэффициент затухания};$$

r_0 – внутреннее сопротивление выпрямителя;

$$\omega_{\text{ф}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 237.3 \text{ (с}^{-1}\text{)} - \text{резонансная частота фильтра.}$$

Сопротивление нагрузки равно

$$R_{\text{н}} = \frac{U_0}{I_0} + 3r_{\text{д}} = 15.4 \text{ (Ом)}.$$

Коэффициент затухания фильтра равен

$$\alpha_{\text{ф}} = \frac{r_0}{2L_{\text{зв}}} + \frac{1}{2R_{\text{н}} C_{\text{зв}}} = 87.0.$$

По величине отношения

$$\frac{\alpha_{\text{ф}}}{\omega_{\text{ф}}} = \frac{87.0}{237.3} = 0.367$$

и графику (рис. 6) определим величину $\frac{\Delta U_{\text{см}}}{U_0} = 0.63$. Тогда максимальное напряжение

на конденсаторе LC-фильтра при сбросе нагрузки равно

$$U_{\text{см}} \approx U_0 \left(1 + \frac{\Delta U_{\text{см}}}{U_0} \right) = 40.8 \text{ (В)}.$$

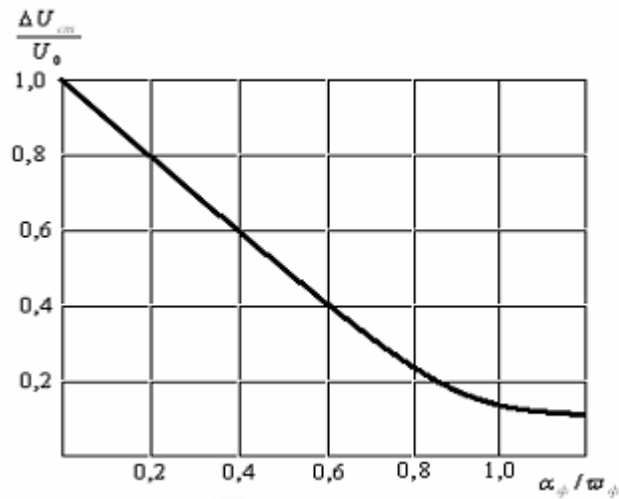


Рис. 6

Сравнивая рассчитанные значения $U_{cm} = 40.8$ (В) и $U_{0x.x.макс} = 36.7$ (В), с запасом 20% номинальное напряжение конденсатора должно быть не менее 41 В.

Включим в каждое звено фильтра по три параллельно включённых конденсатора К50-3Б-50В-200мкФ.

2. РАСЧЁТ СТАБИЛИЗАТОРА

Исходные данные:

Параметры стабилизатора	
величина выходного напряжения	$U_{\text{ВЫХ}} = 10$ В
диапазон температур окружающей среды $\theta_{\text{окр. мин}} \dots \theta_{\text{окр. макс}}$, °С	5...50
температурный коэффициент стабилизатора	$\gamma = \pm 4$ мВ/°С
коэффициент стабилизации напряжения	$K_{\text{СТ}} > 70$

2.1 Примем относительное отклонение напряжения сети в сторону уменьшения и увеличения равными: $\alpha_{\text{мин}} = 0.1$, $\alpha_{\text{макс}} = 0.1$.

Максимальный и минимальный токи нагрузки равны:

$$I_{\text{н. макс}} = \frac{I_0}{100} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ (А)},$$

$$I_{\text{н. мин}} = \frac{I_{0 \text{ мин}}}{20} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (А)}.$$

2.2 По заданному $U_{\text{ВЫХ}}$ выбираем стабилитрон типа Д810 с параметрами:

- напряжение стабилизации $U_{\text{СТ1}} = 9.0 \dots 10.5$ (В),
- ток стабилизации $I_{\text{СТ1}} = 3.0 \dots 26$ (мА),
- дифференциальное сопротивление $r_{\text{СТ1}} = 12$ (Ом),
- температурный коэффициент $\alpha_{\text{СТ1}} = \pm 0.09$ (% / °С),
- максимальная мощность $p_{\text{СТ. макс}} = 125$ (мВт).

2.3 Уточняем величину выходного напряжения стабилизатора

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{U_{\text{СТ1 мин}} + U_{\text{СТ1 макс}}}{2} = 9.75 \text{ (В)}.$$

2.4 Выбираем относительную амплитуду переменной составляющей входного напряжения $\alpha_{\sim}=0.03$ (выбирается в пределах $0.02\dots0.05$).

Тогда максимально возможный коэффициент стабилизации однокаскадного параметрического стабилизатора равен

$$K_{\text{ст. макс}} = \frac{U_{\text{вых}}(1 - \alpha_{\text{мин}} - \alpha_{\sim})}{(I_{\text{н. макс}} + I_{\text{ст1. мин}})r_{\text{ст1}}} = 33.7.$$

Так как полученный максимальный коэффициент меньше заданного, то необходимо применить двухкаскадный стабилизатор.

Примем коэффициент стабилизации одного каскада $K_{\text{ст}}=10$.

2.5 Определяем номинальное, минимальное и максимальное значения входного напряжения стабилизатора.

$$U_{01} = \frac{U_{\text{ст1 макс}}}{\left(1 - \alpha_{\text{мин}} - \alpha_{\sim}\right) \left(1 - \frac{K_{\text{ст}}}{K_{\text{ст. макс}}}\right)} = 17.2 \text{ (В)},$$

$$U_{01\text{ мин}} = U_{01}(1 - \alpha_{\text{мин}}) = 15.5 \text{ (В)},$$

$$U_{01\text{ макс}} = U_{01}(1 + \alpha_{\text{макс}}) = 18.9 \text{ (В)}.$$

2.6 Вычисляем сопротивление гасящего резистора $R_{\Gamma 1}$ из выражения

$$R_{\Gamma 1} = \frac{U_{01}(1 - \alpha_{\text{мин}} - \alpha_{\sim}) - U_{\text{ст1 макс}}}{(I_{\text{н. макс}} + I_{\text{ст1. мин}})} = 211 \text{ (Ом)}.$$

Примем

$$R_{\Gamma 1} = 210 \text{ (Ом)}.$$

2.7 Определяем максимальное значение и уточняем минимальное значение токов через стабилитрон.

Тогда

$$I_{\text{ст1 макс}} = \frac{U_{01\text{ макс}} - U_{\text{ст1 мин}}}{R_{\Gamma 1}} - I_{\text{н. мин}} = 42.1 \cdot 10^{-3} \text{ (А)},$$

$$I_{\text{ст1 мин}} = \frac{U_{01\text{ мин}} - U_{\text{ст1 макс}}}{R_{\Gamma 1}} - I_{\text{н. макс}} = 5.6 \cdot 10^{-3} \text{ (А)}.$$

Предельное значение тока для выбранного стабилитрона равно 26 мА, что меньше полученного значения. Поэтому увеличим $R_{\Gamma 1}$ до 700 Ом и пересчитаем максимальное и минимальное значения токов через стабилитрон

$$I_{\text{ст1 макс}} = \frac{U_{01\text{ макс}} - U_{\text{ст1 мин}}}{R_{\Gamma 1}} - I_{\text{н. мин}} = 9.1 \cdot 10^{-3} \text{ (А)},$$

$$I_{\text{ст1 мин}} = \frac{U_{01\text{ мин}} - U_{\text{ст1 макс}}}{R_{\Gamma 1}} - I_{\text{н. макс}} \approx 0 \text{ (А)}.$$

2.8 Определяем максимальную мощность, рассеиваемую стабилитроном

$$P_{\text{VD1 макс}} = I_{\text{ст1 макс}} \cdot U_{\text{ст1 макс}} = 96 \cdot 10^{-3} \text{ (Вт)}.$$

Значение этой мощности не превышает предельного значения, указанного в справочнике.

2.9 Находим переменную составляющую выходного напряжения и внутреннее сопротивление стабилизатора:

$$U_{\text{вых м1}} = \frac{\alpha_{\sim} U_{\text{вых}}}{K_{\sim}},$$

$$r_i = r_{\text{ст1}}.$$

где $K_{\sim} = K_{\text{ст}} = 10$ – коэффициент сглаживания пульсаций.

Тогда

$$U_{\text{вых м1}} = \frac{\alpha_{\sim} U_{\text{вых}}}{K_{\sim}} = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ (В)},$$

$$r_i = r_{\text{ст1}} = 12 \text{ (Ом)}.$$

2.10 Определяем номинальный КПД стабилизатора:

$$\eta = \frac{U_{\text{вых}} I_{\text{н макс}}}{U_{01} \left(\frac{U_{01} - U_{\text{вых}}}{R_{\Gamma 1}} \right)} = 0.96.$$

2.11 Определяем максимальный ток, потребляемый стабилизатором от выпрямителя,

$$I_{0 \text{ макс}} = \frac{U_{01 \text{ макс}} - U_{\text{ст1 мин}}}{R_{\Gamma 1}} = 14.1 \cdot 10^{-3} \text{ (А)}.$$

3. РАСЧЁТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Исходные данные:

Параметры стабилизатора	
напряжение питания	$U_{01} = 12 \text{ В}$
относительные отклонения напряжения сети	± 0.1
выходное напряжение	$U_2 = 100 \text{ В}$
ток вторичной обмотки	$I_2 = 4 \text{ А}$
частота работы преобразователя	$F = 80 \text{ Гц}$
КПД	$\eta = 0.8$

3.1 Определяем максимальное и минимальное значения напряжения питания преобразователя:

$$U_{01 \text{ макс}} = U_{01} (1 + \alpha_{\text{макс}}) = 13.2 \text{ (В)},$$

$$U_{01 \text{ мин}} = U_{01} (1 - \alpha_{\text{мин}}) = 10.8 \text{ (В)}.$$

3.2 Определяем значение тока коллектора открытого транзистора. Для преобразователей со средней точкой

$$I_{\text{К нас}} = \frac{U_2 I_2}{\eta} (U_{01 \text{ мин}} - U_{\text{КЭ нас}}),$$

где $U_{\text{КЭ нас}} = 0.5 \dots 1 \text{ В}$ для германиевых транзисторов, $2 \dots 3 \text{ В}$ – для кремниевых.

Примем $U_{\text{КЭ нас}} = 2 \text{ В}$.

Тогда

$$I_{\text{К нас}} = \frac{U_2 I_2}{\eta} (U_{01 \text{ мин}} - U_{\text{КЭ нас}}) = 45.5 \text{ (А)}.$$

3.3 Определяем максимальное напряжение на закрытом транзисторе преобразователя:

$$U_{КЭ \text{ макс}} \approx 2.4U_{01 \text{ макс}} = 31.7 \text{ (В)}.$$

3.4 По значениям тока $I_{К \text{ нас}}$ и напряжения $U_{КЭ \text{ макс}}$ из справочника выбираем транзистор типа КТ8282В и определяем его основные параметры:

$$I_{К \text{ нас}} = 50 \text{ А},$$

$$U_{КЭ \text{ нас}} = 0.8 \text{ (В)},$$

$$U_{КЭ0} = 80 \text{ (В)},$$

$$h_{21Э \text{ мин}} = 100, \quad h_{21Э \text{ макс}} = 130,$$

$$I_{К \text{ макс}} = 80 \text{ А},$$

$$F_{h21} = 15 \text{ МГц},$$

$$P_{К \text{ макс}} = 120 \text{ Вт}.$$

Зададим минимальный коэффициент насыщения транзистора $k_{\text{нас}}=1.4$. Определим ток базы, необходимый для насыщения транзистора:

$$I_{Б \text{ нас}} = \frac{I_{К \text{ нас}} k_{\text{нас}}}{h_{21Э \text{ мин}}} = 0.7 \text{ (А)}.$$

Как только сердечник трансформатора входит в насыщение, индуктивное сопротивление первичной обмотки резко уменьшается, ток коллектора открытого транзистора начинает увеличиваться – рабочая точка транзистора входит в активную область. Максимальное значение тока коллектора $I_{К \text{ макс}}$ зависит от значения тока базы транзистора и коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером. Значение $I_{К \text{ макс}}$ можно определить из следующего выражения:

$$I_{К \text{ макс}} = \frac{I_{К \text{ нас}} k_{\text{нас}} h_{21Э \text{ макс}}}{h_{21Э \text{ мин}}} = 65 \text{ (А)}.$$

Данное значение является допустимым.

3.5 Определим мощность, рассеиваемую транзистором преобразователя:

$$P_{К} = 0.5U_{КЭ \text{ нас}} I_{К \text{ нас}} + U_{01 \text{ макс}} I_{К \text{ макс}} \tau_{Т} F_{к \text{ д}},$$

где

$$\tau_{Т} = \frac{1}{2\pi F_{h21}} = 1.06 \cdot 10^{-8} \text{ (с)},$$

$k_{д}=0.5$ – коэффициент динамических потерь.

Тогда

$$P_{К} = 0.5U_{КЭ \text{ нас}} I_{К \text{ нас}} + U_{01 \text{ макс}} I_{К \text{ макс}} \tau_{Т} F_{к \text{ д}} = 20 \text{ (Вт)},$$

т.е. транзистор можно применить без радиатора.

3.6 Определяем напряжение базовых обмоток $U_{Б}$ и значения сопротивлений резисторов $R_{Б}$, R_1 .

Напряжение базовой обмотки выбирается из условия

$$U_{Б}=(3\dots5)U_{БЭ \text{ нас}}=2 \text{ В}.$$

Определяем значения сопротивлений резисторов $R_{Б}$, R_1 :

$$R_{Б} = \frac{U_{Б} - U_{БЭ \text{ нас}}}{I_{Б \text{ нас}}} = 2.1 \text{ (Ом)},$$

$$R_1 = \frac{R_{Б} U_{01 \text{ мин}}}{U_{РБ}} = 13 \text{ (Ом)}.$$

Напряжение U_{RB} для кремниевых транзисторов выбирается равным 1.5...2 В.

Для улучшений условий запуска преобразователя и для уменьшения динамических потерь в транзисторах параллельно резистору R_B включается конденсатор C_B :

$$C_B \leq \frac{1}{2R_B F} = 2.92 \cdot 10^{-3} \text{ (Ф)}.$$

Выберем конденсатор напряжением 6.3 В и ёмкостью 2200 мкФ.

Исходными данными для расчёта трансформатора являются действующие значения напряжения и тока вторичной обмотки $U_2=100$ В, $I_2=4$ А.

Действующие значения напряжения и тока первичной обмотки для данной схемы равны:

$$U_1 = U_{01} - U_{KЭ \text{ нас}} = 11.2 \text{ (В)},$$

$$I_1 = \frac{I_{K \text{ нас}}}{\sqrt{2}} = 35.4 \text{ (А)}.$$

Расчётная мощность трансформатора определяется для различных нагрузок на основании соотношений

– активное сопротивление $S_{\text{расч}} = 1.3U_2I_2 = 520 \text{ (ВА)},$

– выпрямитель со средней точкой $S_{\text{расч}} = 2.1U_2I_2 = 840 \text{ (ВА)}.$

ЛИТЕРАТУРА

1. Климович В.В. Электропитание систем телекоммуникаций. Метод. указ. и контр. задания. Мн.: БГУИР, 2006 г.
2. Китаев В.Е. и др. Расчёт источников электропитания устройств связи. Уч. пособие для ВУЗов. М.: Радио и связь, 1993 г.