

Завдання до контрольної роботи
з дисципліни

Основи промислової електроніки

для спеціальності 5.090609

«Монтаж і експлуатація електроустаткування підприємств і цивільних споруд»

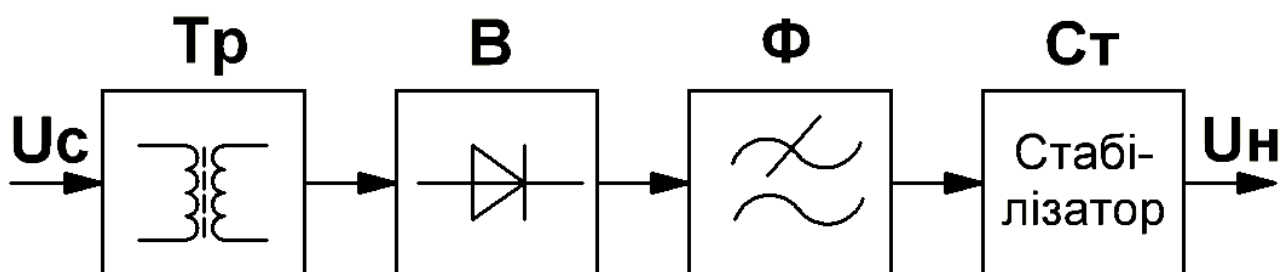
1. Задание по курсовой работе

В соответствии с номером варианта произвести расчет выпрямителя на активную промышленную нагрузку.

Выпрямительными называются устройства преобразования электрической энергии переменного тока в энергию постоянного тока.

Выпрямительное устройство в большинстве случаев состоит из четырех основных элементов:

- трансформатора, преобразующего переменное напряжение питающей сети в более высокое или низкое напряжение,
- группы полупроводниковых диодов, осуществляющих выпрямление переменного напряжения,
- сглаживающего фильтра, уменьшающего пульсацию выпрямленного напряжения,
- стабилизатора напряжения, стабилизирующего величину выпрямленного напряжения.



Вся курсовая работа состоит из четырех заданий:

- выбор диодов схемы выпрямления,
- выбор трансформатора,
- выбор сглаживающего фильтра,
- выбор стабилизатора напряжения.

Выполнять задания следует в порядке, в каком они располагаются.

2. Порядок выбора задания к курсовой работе

Задание выбирать по порядковому номеру в журнале группы. Исходные данные для расчетов приведены в приложении А.

Задание нужно полностью переписать себе на лист А4, после чего ниже расположить ответ на задание. Выполнять задание следует печатными символами размера 14 Times New Roman через полтора интервала между строками. Абзацы ставить на отметку 1,25. Заполнение листа уместать с отступами “слева 2,5”, “справа 1,0”, “сверху и снизу 1,5”.

3.Задание 1. Выбор диодов схемы выпрямления

Рассчитать схему выпрямления неуправляемого выпрямителя с активной нагрузкой (без потери напряжения в фазах выпрямителя), если известны мощность нагрузки P_0 , среднее значение выпрямленного напряжения U_0 и вид схемы(приложение А).

Требуется:

1. Вычертить принципиальную схему этого выпрямителя.
2. Вычислить
 - частоту $f_{П(1)}$ и коэффициент пульсаций $k_{П(1)}$ выпрямленного напряжения u_0 по основной гармонике;
 - величину сопротивления R_0 нагрузки,
 - среднее $I_{пр.v}$ и эффективное $I_{эфф.v}$ значения прямого тока вентиля,
 - действующие значения фазных ЭДС E_2 и тока I_2 вентильных обмоток трансформатора.
 - выбрать диоды схемы выпрямления по допустимому прямому току $I_{пр.доп}$ и амплитудному обратному напряжению $U_{обр.max}$.

4. Задание 2. Расчет трансформатора малой мощности

Исходными данными для конструктивного расчета трансформатора являются напряжение первичной обмотки U_1 , частота сети f (приложение А), напряжение U_2 и ток вторичной обмотки I_2 , которые были рассчитаны в задании 1.

Требуется:

При расчете трансформатора определяют размеры его сердечника, количество витков и площадь поперечного сечения проводов обмоток. Сердечники трансформаторов выполняют из типовых пластинчатых магнитопроводов, которые изготавливаются из электротехнической стали марок Э42, Э310 и др.

5. Задание 3. Расчет сглаживающего фильтра

Исходными данными для расчета сглаживающего фильтра являются частота сети f , требуемый коэффициент пульсаций q_2 (приложение А), коэффициент пульсаций на выходе схемы выпрямления q_1 , сопротивление нагрузки R_n , которые были рассчитаны в задании 1.

Требуется:

Определение параметров фильтра. Коэффициент сглаживания фильтра. Емкость конденсаторов фильтра. Определить реальные значения конденсаторов. Составить схему фильтра. Индуктивность дросселей фильтра.

6. Задание 4. Расчет параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока

Исходными данными для расчета являются допустимое относительное отклонение от напряжения на нагрузке (приложение А), среднее значение выпрямленного напряжения U_0 и тока I_0 , которые были рассчитаны в задании 1.

Требуется:

Привести схему параметрического стабилизатора постоянного напряжения и описать принцип ее работы. Выбрать стабилитрон. Вычислить величину балластного сопротивления R_6 . Определить коэффициент стабилизации параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока, пояснить его физический смысл.

7. Заключение

В заключении нужно подвести итоги проделанной работы, дать оценку своей работе, отметить хорошие и неудачные разделы.

Список используемых первоисточников

Здесь по ГОСТу привести все источники, которыми вы пользовались. В тексте должны присутствовать сноски на номера литературных источников, так как это сделано в настоящем примере. Указать номера страниц или разделы и его пункты, которые вы использовали в перечисленной литературе.

Образец выполнения работы

Задание 1. Выбор диодов схемы выпрямления

Рассчитать схему выпрямления неуправляемого выпрямителя с активной нагрузкой (без потери напряжения в фазах выпрямителя), если известны:

- мощность нагрузки $P_0=40\text{Вт}$
- среднее значение выпрямленного напряжения $U_0=12\text{ В}$
- схема - двухполупериодный выпрямитель, диоды которого включены по мостовой схеме

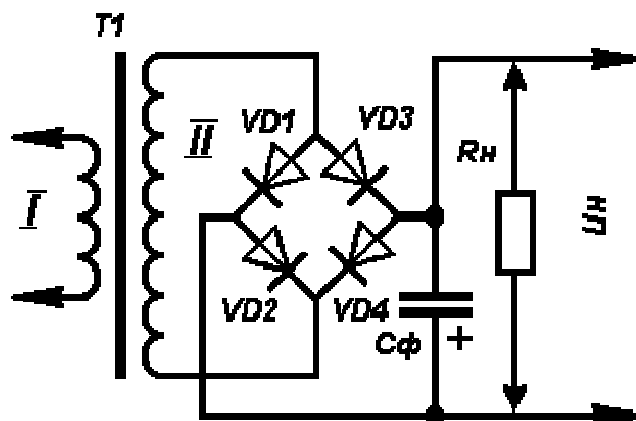


Рис. 1

РЕШЕНИЕ:

Определяем ток нагрузки

$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{40 \text{ Вт}}{12 \text{ В}} = 3,33 \text{ А}$$

Определяем величину сопротивления нагрузки

$$R_H = \frac{U_0^2}{P_0} = \frac{(12 \text{ В})^2}{40 \text{ Вт}} = 3,6 \text{ Ом}$$

Определяем частоту $f_{\text{П}}$ выпрямленного напряжения U_0 по основной гармонике (Приложение Б)

$$f_{\text{П}} = 2 \cdot f_c = 2 \cdot 50 \text{ Гц} = 100 \text{ Гц}$$

Определяем коэффициент пульсаций $k_{\text{П}}$ выпрямленного напряжения U_0 по основной гармонике (Приложение Б)

$$k_{\text{П}} = 0,67$$

Для однофазного мостового выпрямителя среднее значение прямого тока через вентиль (Приложение Б)

$$I_B = \frac{I_0}{2} = \frac{3,33 \text{ А}}{2} = 1,67 \text{ А}$$

Для однофазного мостового выпрямителя эффективное(действующее) значение прямого тока через вентиль (Приложение Б)

$$I_{\text{прVD}} = 0,785 \cdot I_0 = 0,785 \cdot 3,33 \text{ A} = 2,62 \text{ A}$$

Обратное максимальное напряжение на вентиле

$$U_{\text{обр.м}} = \frac{p}{2} \cdot U_0 = 1,57 \cdot U_0 = \frac{p}{2} \cdot 12 \text{ B} = 18,84 \text{ B}$$

Определяем действующие значения фазных ЭДС U_2 и тока I_2 вентильных обмоток трансформатора (Приложение Б)

$$U_2 = 1,11 \cdot U_0 = 1,11 \cdot 12 \text{ B} = 13,32 \text{ B}$$

$$I_2 = 1,11 \cdot I_0 = 1,11 \cdot 3,33 \text{ A} = 3,70 \text{ A}$$

Выбираем вентили Д244Б (Приложение В), по допустимому прямому току $I_{\text{пр.доп}}$ и амплитудному обратному напряжению $U_{\text{обр.мах}}$ для которых

$$I_{\text{прдоп}} = 5 \text{ A} > I_{\text{прVD}} = 2,62 \text{ A}$$

$$U_{\text{обр.доп}} = 50 \text{ B} > U_{\text{обр.м}} = 18,84 \text{ B}$$

4. Задание 2. Расчет трансформатора малой мощности

Рассчитать трансформатор неуправляемого выпрямителя с активной нагрузкой (без потери напряжения в фазах выпрямителя), если известны:

- напряжение первичной обмотки $U_1=220 \text{ B}$, (приложение А)
- частота сети $f=50 \text{ Гц}$ (приложение А),
- напряжение вторичной обмотки $U_2=13,32 \text{ B}$ (Задание 1)
- ток вторичной обмотки $I_2=3,7 \text{ A}$, (Задание 1)
- падение напряжения на вентиле Д244Б $U_{\text{пр}}=1,5 \text{ B}$ (Приложение В).

Падение напряжения на диоде Д244Б составляет 1,5 В.

В мостовой схеме ток последовательно протекает через два диода, поэтому падение напряжения на вентилях составит

$$\Delta U = 2 \cdot U_{\text{пр}} = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ B}.$$

Трансформатор необходимо рассчитывать на

$$U_d = 13,32 + 3 = 16,32 \text{ B}.$$

Определим типовую мощность трансформатора и напряжение на вторичной обмотке.

В соответствии с таблицей приложения Б, для однофазной мостовой схемы

- типовая мощность трансформатора

$$P_{\text{тип}} = 1,23 \cdot U_d \cdot I_d = 1,23 \cdot 16,32 \text{ В} \cdot 3,7 \text{ А} = 74,27 \text{ В} \cdot \text{А}$$

- напряжение на вторичной обмотке

$$U_2 = \frac{U_d}{0,9} = \frac{16,32 \text{ В}}{0,9} = 18,13 \text{ В}$$

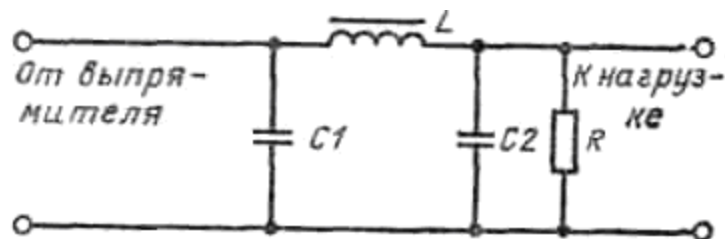
Определим коэффициент трансформации трансформатора

$$\kappa = \frac{U_1}{U_2} = \frac{220 \text{ В}}{18,13} \approx 12,14$$

5. Задание 3. Расчет сглаживающего фильтра

Исходными данными для расчета сглаживающего фильтра являются:

- тип фильтра - П-образный LC-фильтр (приложение А),
- частота сети $f=50$ Гц (приложение А),
- требуемый коэффициент пульсаций $q_2 = 0,005$ (приложение А),
- коэффициент пульсаций на выходе схемы выпрямления $q_1=0,67$,
- сопротивление нагрузки $R_{\text{н}}=3,6$ Ом (Задание 1).



Определение параметров фильтра.

Коэффициент пульсаций на выходе однофазного мостового выпрямителя

$$q_1 = 0,67.$$

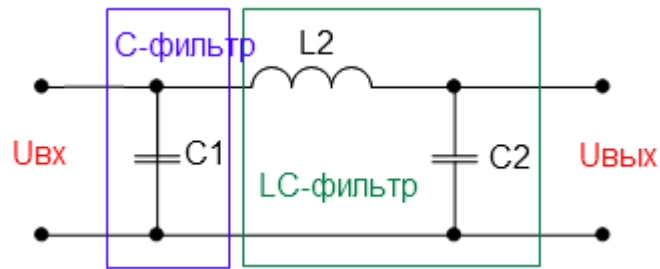
Требуемый коэффициент пульсаций

$$q_2 = 0,005.$$

Коэффициент сглаживания фильтра

$$S = \frac{q_1}{q_2} = \frac{0,67}{0,005} = 134.$$

П-образный фильтр состоит из простого C-фильтра и Г-образного LC-фильтра.



Его коэффициент сглаживания

$$S = S_C \cdot S_{LC}$$

Принимаем емкость конденсаторов фильтра $C_1 = 100$ мкФ $C_2 = 1000$ мкФ. Тогда

$$S_C = 2 \cdot p \cdot f \cdot m \cdot C_1 \cdot R_H = 2 \cdot p \cdot 50 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 3,6 = 0,226$$

где m – число пульсаций выпрямленного напряжения за период (Приложение 1);
 R_H – сопротивление нагрузки:

$$R_H = \frac{U_o^2}{P_o} = \frac{(12\text{ В})^2}{40\text{ Вт}} = 3,6\text{ Ом}$$

Тогда коэффициент сглаживания LC-фильтра

$$S_{LC} = \frac{S}{S_C} = \frac{134}{0,226} = 592,4$$

Для LC-фильтра

$$L_\phi \cdot C_2 = \frac{S_{LC}}{(2 \cdot p \cdot f \cdot m)^2} = \frac{592,4}{(2 \cdot p \cdot 50 \cdot 2)^2} = 0,0015\text{ Гн} \cdot \text{Ц}$$

При $C_2 = 1000$ мкФ

$$L_\phi = \frac{L_\phi \cdot C_2}{C_2} = \frac{0,0015\text{ Гн} \cdot \text{Ц}}{1000 \cdot 10^{-6}\text{ Ф}} = 1,5\text{ Гн}$$

Параметры фильтра $C_1 = 100$ мкФ, $C_2 = 1000$ мкФ, $L_\phi = 1,5$ Гн удовлетворяют условиям эффективной работы:

$$\frac{1}{m\omega C_\phi} \ll R_H \text{ и } m\omega L_\phi \gg R_H$$

6. Задание 4. Расчет параметрического стабилизатора напряжения постоянного тока

Исходными данными для расчета являются:

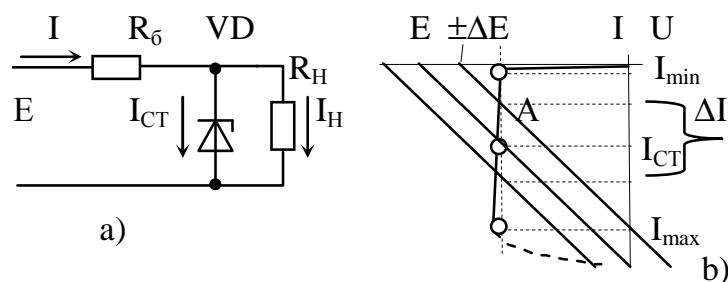
- допустимое относительное отклонение от напряжения на нагрузке (приложение А),
- среднее значение выпрямленного напряжения U_0 и
- среднее значение выпрямленного тока I_0 , (задание 1).

Из таблицы приложения А для варианта находим, что

- среднее значение выпрямленного напряжения $U_0=12\text{В}$
- допустимое относительное отклонение от напряжения на нагрузке $\delta U = \pm 0,5\%$

Из задания 1:

- ток нагрузки $I_0 = 3,33\text{ А}$
- сопротивление нагрузки $R_H = 3,6\ \Omega$



Определяем разброс выпрямленного напряжения

$$U_{\min} = U_0 \cdot \frac{100\% - \delta U}{100\%} = 12\text{ В} \cdot \frac{100\% - 0,5\%}{100\%} = 11,94\text{ В}$$

$$U_{\max} = U_0 \cdot \frac{100\% + \delta U}{100\%} = 12\text{ В} \cdot \frac{100\% + 0,5\%}{100\%} = 12,06\text{ В}$$

Так как стабилитрон и нагрузка включают параллельно, то по справочнику **выбираем стабилитрон 2С212Ж**

- напряжением стабилизации 11,4...12,6 В,
- минимальный ток стабилизации 0,5 мА,
- максимальный ток стабилизации 13 мА.

Вычисляем среднее значение напряжения стабилизации

$$U_{CT} = (11,4 + 12,6)/2 = 12\text{ В}.$$

Вычисляем средний ток стабилитрона

$$I_{CT} = (I_{мин} + I_{макс})/2 = (0,5 + 13)/2 = 6,75 \text{ мА.}$$

Вычисляем ток, потребляемый от источника питания

$$I = I_{н} + I_{CT} = 3333 + 6,75 = 3340 \text{ мА.}$$

Вычисляем величину балластного сопротивления R_6 . Для чего чертим схему параметрического стабилизатора (рис. 2.1) и записываем уравнение по второму закону Кирхгофа

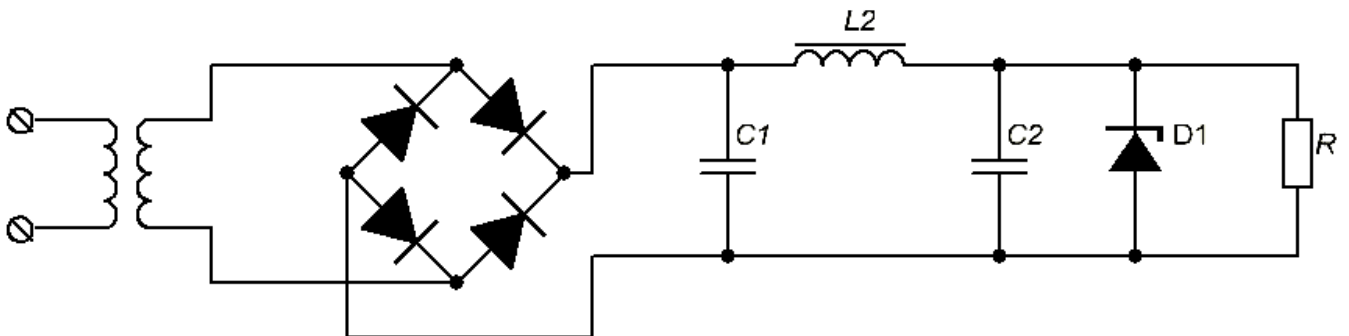
$$E_0 = I \cdot R_6 + U_{CT}.$$

Из этого уравнения вычисляем величину сопротивления R_6

$$R_6 = \frac{E_0 - U_{CT}}{I} = \frac{12 - 12}{3,34} = 0 \text{ Ом.}$$

С данным стабилитроном балластное сопротивление не нужно.

Схема рассчитанного выпрямителя будет выглядеть:



В схеме:

- трансформатор мощностью 74,3 ВА, с коэффициентом трансформации $k=12,14$
- вентили Д244Б
- емкость конденсаторов фильтра $C_1 = 100 \text{ мкФ}$, $C_2 = 1000 \text{ мкФ}$,
- индуктивность катушки фильтра $L_{\phi} = 1,5 \text{ Гн}$
- стабилитрон 2С212Ж

Варіант	Pd,Вт	Ua,В		U мережі	фільтр	q ₂	±δU, %
1	1200	150	Однофазний Одно напівперіодний випрямляч	220	індуктивний	0,01	0,5
2	30	120		127	ємнісний	0,1	1
3	210	40		220	Індуктивно- ємнісний	0,001	1,5
4	150	50		127	індуктивний	0,02	2
5	600	120		220	ємнісний	0,05	2,5
6	40	12		127	Індуктивно- ємнісний	0,025	3
7	60	120		220	індуктивний	0,2	3,5
8	20	60		220	ємнісний	0,03	0,5
9	120	25	Двух напівперіодний випрямляч з нульовою точкою	127	Індуктивно- ємнісний	0,15	1
10	150	300		220	індуктивний	0,3	1,5
11	600	50		127	ємнісний	0,003	2
12	300	60		220	Індуктивно- ємнісний	0,01	2,5
13	30	12		127	індуктивний	0,05	3
14	30	200		220	ємнісний	0,0001	3,5
15	60	120	Однофазний мостовий випрямляч	127	індуктивний	0,001	0,5
16	200	80		220	ємнісний	0,02	1
17	160	480		127	Індуктивно- ємнісний	0,05	1,5
18	40	120		220	індуктивний	0,025	2
19	300	100		127	ємнісний	0,2	2,5
20	2000	400		220	Індуктивно- ємнісний	0,03	3
21	600	150		127	індуктивний	0,15	3,5
22	90	25	220	ємнісний	0,3	0,5	
23	100	50	Трифазний випрямляч з нейтральним выводом	380	Індуктивно- ємнісний	0,01	1
24	900	120		220	індуктивний	0,05	1,5
25	500	25		380	ємнісний	0,0001	2
26	450	100		220	Індуктивно- ємнісний	0,01	2,5
27	600	150		380	індуктивний	0,1	3
28	200	48		220	ємнісний	0,001	3,5

Для усіх варіантів частота мережі 50 Гц

q₂ - коефіцієнт пульсацій

δU - допустиме відносне відхилення від напруги на навантаженні

Проектирование неуправляемого выпрямителя

Основные параметры схем выпрямления с активной нагрузкой

Тип схемы выпрямления	Расчетный параметр схемы выпрямления					
	U_2	$U_{Обр.т}$	$I_{ПрСр}$	$I_{Прт}$	$I_{ПрVD}$	I_2
Однополупериодная	$2,22 \cdot U_0$	$3,14 \cdot U_0$	I_0	$3,14 \cdot I_0$	$1,57 \cdot I_0$	$1,57 \cdot I_0$
Двухполупериодная с выводом средней точки	$1,11 \cdot U_0$	$3,14 \cdot U_0$	$0,5 \cdot I_0$	$1,57 \cdot I_0$	$0,785 \cdot I_0$	$0,785 \cdot I_0$
Однофазная мостовая	$1,11 \cdot U_0$	$1,57 \cdot U_0$	$0,5 \cdot I_0$	$1,57 \cdot I_0$	$0,785 \cdot I_0$	$1,11 \cdot I_0$
Трехфазная Y/ Y, Y/ Δ	$0,855 \cdot U_0$	$2,1 \cdot U_0$	$0,33 \cdot I_0$	$1,21 \cdot I_0$	$0,59 \cdot I_0$	$0,59 \cdot I_0$
Трехфазная мостовая Y/ Y, Y/ Δ	$0,43 \cdot U_0$	$1,05 \cdot U_0$	$0,33 \cdot I_0$	$1,05 \cdot I_0$	$0,58 \cdot I_0$	$0,82 \cdot I_0$
Трехфазная мостовая Δ/ Y, Δ/ Δ	$0,74 \cdot U_0$	$1,05 \cdot U_0$	$0,33 \cdot I_0$	$1,05 \cdot I_0$	$0,58 \cdot I_0$	$0,47 \cdot I_0$

Тип схемы выпрямления	Расчетный параметр схемы выпрямления					
	$I_1 w_1 / I_0 w_2$	S_2	S_1	S_{Tr}	$k_{П1}$	$f_{П1}$
Однополупериодная	1,21	$3,49 \cdot P_0$	$2,69 \cdot P_0$	$3,09 \cdot P_0$	1,57	f_c
Двухполупериодная с выводом средней точки	1,11	$1,74 \cdot P_0$	$1,23 \cdot P_0$	$1,48 \cdot P_0$	0,67	$2f_c$
Однофазная мостовая	1,11	$1,23 \cdot P_0$	$1,23 \cdot P_0$	$1,23 \cdot P_0$	0,67	$2f_c$
Трехфазная Y/ Y, Y/ Δ	0,48	$1,51 \cdot P_0$	$1,23 \cdot P_0$	$1,38 \cdot P_0$	0,25	$3f_c$
Трехфазная мостовая Y/ Y, Y/ Δ	0,82	$1,05 \cdot P_0$	$1,05 \cdot P_0$	$1,05 \cdot P_0$	0,057	$6f_c$
Трехфазная мостовая Δ/ Y, Δ/ Δ	0,47	$1,05 \cdot P_0$	$1,05 \cdot P_0$	$1,05 \cdot P_0$	0,057	$6f_c$

U_0, I_0 – соответственно выпрямленное напряжение и ток нагрузки;

U_2, I_2 – соответственно вторичное напряжение и ток трансформатора;

$U_{Обр.т}$ – максимальное амплитудное значение обратного напряжения диода;

$I_{Прт}, I_{ПрСр}$ – соответственно максимальное и среднее значение тока диода;

$I_{ПрVD}$ – действующее значение тока диода;

$I_1 w_1 / I_0 w_2$ – соотношение произведения первичного тока на число витков первичной обмотки на произведения выпрямленного тока на число витков вторичной обмотки;

S_{Tr}, S_2, S_1 – соответственно мощность расчетная, вторичной и первичной обмоток трансформатора;

$k_{П1}, f_{П1}$ – соответственно коэффициент и частота пульсаций;

P_0 – мощность на нагрузке.

Электрические параметры выпрямительных диодов:

Тип прибора	Предельные значения параметров при T=25C			Значения параметров при T=25C				Тк.макс. (Тп.) С
	Uобр.макс. (Uобр.и.макс.) В	Iпр.макс. (Iпр.и.макс.) А	Iпрг. А	fраб. (fмакс.) кГц	Uпр. В	при Iпр. А	любр. mA	
Д214	(100)	10,0	100	1,1	1,2	10,0	3,0	130
Д214 А	(100)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д215	(200)	10,0	100	1,1	1,2	10,0	3,0	130
Д215 А	(200)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д215 Б	(200)	5,0	50	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д231	(300)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д231 А	(300)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д231 Б	(300)	5,0	50	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д232	(400)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д232 А	(400)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д232 Б	(400)	5,0	50	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д233	(500)	10,0	100	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д233 Б	(500)	5,0	50	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д234 Б	(600)	5,0	50	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д242	(100)	10,0	-	2 (10)	1,25	10,0	3,0	130
Д242 А	(100)	10,0	-	2 (10)	1,0	10,0	3,0	130
Д243	(200)	10,0	-	1,1	1,25	10,0	3,0	130
Д243 А	(200)	10,0	-	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д244	(50)	10,0	-	1,1	1,25	10,0	3,0	130
Д244 А	(50)	10,0	-	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д244 Б	(50)	5,0	-	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д245	(300)	10,0	-	1,1	1,25	10,0	3,0	130
Д245 А	(300)	10,0	-	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д246	(400)	10,0	-	1,1	1,25	10,0	3,0	130
Д246 А	(400)	10,0	-	1,1	1,0	10,0	3,0	130
Д246 Б	(400)	5,0	-	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д247	(500)	10,0	-	1,1	1,25	10,0	3,0	130
Д247 Б	(500)	5,0	-	1,1	1,5	5,0	3,0	130
Д248 Б	(600)	5,0	-	1,1	1,5	5,0	3,0	130

Uобр.макс. -максимально-допустимое постоянное обратное напряжение диода;

Uобр.и.макс. -максимально-допустимое импульсное обратное напряжение диода;

Iпр.макс. -максимальный средний прямой ток за период;

Iпр.и.макс. -максимальный импульсный прямой ток за период;

Iпрг. -ток перегрузки выпрямительного диода;

fмакс. -максимально-допустимая частота переключения диода;

fраб. -рабочая частота переключения диода;

Uпр. при Iпр. -постоянное прямое напряжения диода при токе Iпр;

любр. -постоянный обратный ток диода;

Тк.макс. -максимально-допустимая температура корпуса диода.

Тп.макс. -максимально-допустимая температура перехода диода.