

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА"**

Выполнение контрольных работ является одним из основных видов самостоятельных занятий студентов. Контрольная работа содержит решение нескольких заданий, которые охватывают значительную часть изучаемой дисциплины. Каждый обучающийся должен выполнить один из вариантов работы в сроки, предусмотренные учебным графиком.

Рецензирование контрольных работ производит преподаватель. В случае, если контрольная работа не зачтена, все исправления, которые выполняются обучающимся, проводятся в той же контрольной работе после подписи рецензента без исправления первоначального текста и вновь представляются на проверку.

**В каждом задании приведена таблица с вариантами. Номер варианта определяется предпоследними и последними цифрами шифра обучающегося.**

К представленным на проверку контрольным работам предъявляются следующие требования:

1. Все основные пункты на проверку решения задачи должны быть подробно объяснены.

2. Работы выполняются от руки чернилами в тетради или набираются с применением ЭВМ на листах белой бумаги формата А4.

3. В работе оставляются поля не менее 4 см для замечаний рецензента.

4. Рисунки, графики, схемы, в том числе и заданные условием задачи, должны быть выполнены аккуратно и в удобном для чтения масштабе.

5. Вычисления должны производиться с точностью до второго десятичного знака.

6. Расчет каждой исходной величины следует выполнить сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения.

7. При построении графиков оси координат следует обозначать символами, общепринятыми для соответствующих величин, на осях наносятся масштабы выбранных единиц.

Контрольная работа засчитывается, если решения всех заданий не содержат ошибок принципиального характера, и отвечает всем вышеперечисленным требованиям.

## ЗАДАНИЕ 1. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

По данным таблицы 1.1 определить токи в ветвях электрической цепи постоянного тока (рис. 1.1.) методом непосредственного применения первого и второго законов Кирхгофа.

Варианты заданий

Таблица 1.1

Вариант 1 – 10	
	$E_1 = 10 \text{ В}$
	$E_2 = 15 \text{ В}$
	$R_1 = 1,5 \text{ Ом}$
	$R_2 = 2 \text{ Ом}$
	$R_3 = 5 \text{ Ом}$
	$R_4 = 1 \text{ Ом}$
	$R_5 = 1,25 \text{ Ом}$
$R_6 = 0,75 \text{ Ом}$	
Вариант 11 – 20	
	$E_1 = 20 \text{ В}$
	$E_2 = 25 \text{ В}$
	$R_1 = 0,5 \text{ Ом}$
	$R_2 = 4 \text{ Ом}$
	$R_3 = 4 \text{ Ом}$
	$R_4 = 1,5 \text{ Ом}$
$R_5 = 2 \text{ Ом}$	
Вариант 21 – 30	
	$E_1 = 15 \text{ В}$
	$E_2 = 20 \text{ В}$
	$R_1 = 7 \text{ Ом}$
	$R_2 = 1,75 \text{ Ом}$
	$R_3 = 0,25 \text{ Ом}$
	$R_4 = 3 \text{ Ом}$
	$R_5 = 3 \text{ Ом}$
$R_6 = 2 \text{ Ом}$	

## ЗАДАНИЕ 2. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ОДНОФАЗНОЙ ЦЕПИ

По данным таблицы 2.1 произвести расчет электрической цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление  $R$ , индуктивность  $L$  и емкость  $C$ , которые соединены последовательно. Напряжение в цепи изменяется по закону  $U = U_m \sin(\omega t)$ . Зарисовать схему электрической цепи и определить действующее значение тока  $I$ , напряжения на сопротивлении  $U_R$ , индуктивности  $U_L$  и емкости  $U_C$ , коэффициента мощности цепи, активную  $P$ , реактивную  $Q$  и полную  $S$  мощности. Построить в масштабе векторную диаграмму токов-напряжений.

Последняя цифра шифра	Таблица 2.1									
	Предпоследняя цифра шифра									
	0					1				
	$U_m, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкф}$	$\omega, \text{рад/с}$	$U_m, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкф}$	$\omega, \text{рад/с}$
0	–	–	–	–	–	120	40	300	1500	628
1	75	8	120	6000	628	125	36	290	1600	314
2	80	12	130	7000	314	130	32	280	1700	628
3	85	16	140	8000	628	135	28	270	1800	314
4	90	20	150	9000	314	140	24	260	1900	628
5	95	24	160	500	628	145	20	250	2000	314
6	100	28	170	1100	314	150	16	240	2100	628
7	105	32	180	1200	628	155	12	230	2200	314
8	110	36	190	1300	314	160	8	220	2300	628
9	115	40	200	1400	628	165	4	210	2400	314
Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	2					3				
	$U_m, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкф}$	$\omega, \text{рад/с}$	$U_m, \text{В}$	$R, \text{Ом}$	$L, \text{мГн}$	$C, \text{мкф}$	$\omega, \text{рад/с}$
0	70	4	300	2500	314	220	40	120	3500	628
1	75	8	290	2600	628	225	36	130	3600	314
2	80	12	280	2700	314	230	32	140	3700	628
3	85	16	270	2800	628	235	28	150	3800	314
4	90	20	260	2900	314	240	24	160	3900	628
5	95	24	250	3000	628	245	20	170	4000	314
6	100	28	240	3100	314	250	16	180	4100	628
7	105	32	230	3200	628	255	12	190	4200	314
8	110	36	220	3300	314	260	8	200	4300	628
9	115	40	210	3400	628	265	4	120	4400	314

### ЗАДАНИЕ 3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

По данным таблицы 3.1 для трехфазной цепи (рис. 3.1.) рассчитать линейные  $I_L$  и фазные  $I_\phi$  токи, полные мощности  $S$  каждой фазы. По результатам расчета построить векторную диаграмму токов и напряжений, определить ток в нейтральном проводе  $I_N$ .

Варианты заданий

Таблица 3.1

Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра							
	0				1			
	$U_L = 380 \text{ В}$							
	$X_A, \text{ Ом}$	$X_B, \text{ Ом}$	$R_C, \text{ Ом}$	$X_C, \text{ Ом}$	$X_A, \text{ Ом}$	$X_B, \text{ Ом}$	$R_C, \text{ Ом}$	$X_C, \text{ Ом}$
0	22	20	8	6	25	10	15	20
1	18	15	12	10	24	11	16	21
2	17	16	13	11	23	12	17	22
3	16	17	14	12	22	13	18	23
4	15	18	15	13	21	14	19	24
5	14	19	16	14	20	15	20	25
6	13	20	17	15	19	16	21	20
7	12	21	18	16	18	17	22	22
8	11	22	19	17	17	18	23	24
9	10	22	20	18	16	20	24	25
Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра							
	2				3			
	$U_L = 380 \text{ В}$							
	$X_A, \text{ Ом}$	$X_B, \text{ Ом}$	$R_C, \text{ Ом}$	$X_C, \text{ Ом}$	$X_A, \text{ Ом}$	$X_B, \text{ Ом}$	$R_C, \text{ Ом}$	$X_C, \text{ Ом}$
0	15	20	16	10	15	25	10	20
1	16	21	17	11	16	24	11	18
2	17	22	16	12	17	23	12	20
3	18	23	15	13	18	22	13	16
4	19	24	14	14	19	21	14	15
5	20	25	13	15	22	20	15	14
6	21	26	12	16	21	19	16	13
7	22	27	11	17	22	18	17	12
8	23	20	10	18	23	17	18	11
9	24	28	10	20	24	16	20	10

## ЗАДАНИЕ 4

### РАСЧЕТ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С УЧЕТОМ ЧАСТОТЫ СЕТИ

Произвести расчет однофазного трансформатора с сердечником стержневого типа с учетом частоты сети. Сердечник сварочного аппарата набран из пластин электротехнической стали толщиной 0,35...0,55 мм и стянут шпилькам, изолированными от сердечника (рис. 4.1).

По данным табл. 4.3. для заданных напряжений первичной  $U_1$  и вторичной  $U_2$  обмоток, мощности нагрузки  $P_2$  определить: поперечное сечение сердечника  $S_{ст}$  (см<sup>2</sup>) трансформатора, число витков первичной обмотки  $W_1$ , число витков вторичной обмотки  $W_2$ , диаметры обмоточных проводов первичной и вторичной обмоток  $d_1$  и  $d_2$  (мм). Подобрать стандартный тип сердечника и проверить условие размещения катушки в окне сердечника.

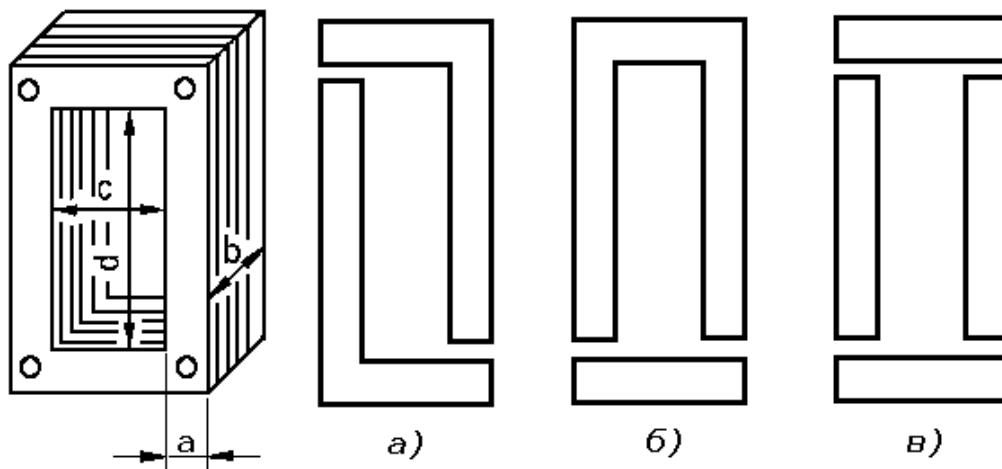


Рис. 4.1. Сердечник стержневого типа с пластинами: а – Г-образной формы, б – П-образной формы; в – отдельных пластин из трансформаторной стали

Таблица 4.1

## Диаметры и расчетные сечения обмоточных проводов

Номиналь- ный диаметр провода $d_{ст}$ , мм	Диаметр провода с изоляцией $d_{из}$ , мм	Номиналь- ный диаметр провода $d_{ст}$ , мм	Диаметр провода с изоляцией $d_{из}$ , мм	Номиналь- ный диаметр провода $d_{ст}$ , мм	Диаметр провода с изоляцией $d_{из}$ , мм
0,3	0,44	0,63	0,79	1,25	1,45
0,315	0,45	0,67	0,84	1,32	1,52
0,355	0,49	0,75	0,94	1,4	1,6
0,38	0,52	0,8	0,99	1,5	1,68
0,4	0,54	0,85	1,04	1,6	1,69
0,45	0,6	0,9	1,09	1,7	2,0
0,475	0,63	0,95	1,14	1,8	2,1
0,5	0,65	1,0	1,2	1,9	2,2
0,53	0,69	1,06	1,26	2,0	2,3
0,56	0,72	1,12	1,32	2,12	2,4
0,6	0,76	1,18	1,38	2,26	2,5

После выбора магнитопровода производится проверка условия размещения обмоток в окне сердечника

$$S_{ок} > S_{обм},$$

В случае невыполнения условия необходимо сменить тип сердечника.

Типоразмеры сердечников трансформаторов

Тип сердечника	Ширина стержня а, мм	Ширина окна с, мм	Высота окна d, мм
ПЛ 12,5 х 16-25	12,5	16	25
ПЛ 12,5 х 16-32	12,5	16	32
ПЛ 12,5 х 16-40	12,5	16	40
ПЛ 12,5 х 16-50	12,5	16	50
ПЛ 12,5 х 25-30	12,5	20	30
ПЛ 12,5 х 25-40	12,5	20	40
ПЛ 12,5 х 25-50	12,5	20	50
ПЛ 12,5 х 25-60	12,5	20	60
ПЛ 16 х 32-40	16	25	40
ПЛ 16 х 32-50	16	25	50
ПЛ 16 х 32-65	16	25	65
ПЛ 16 х 32-80	16	25	80
ПЛ 20 х 40-50	20	32	50
ПЛ 20 х 40-60	20	32	60
ПЛ 20 х 40-80	20	32	80
ПЛ 20 х 40-100	20	32	100
ПЛ 25 х 50-65	25	40	65
ПЛ 25 х 50-80	25	40	80
ПЛ 25 х 50-100	25	40	100
ПЛ 25 х 50-120	25	40	120
ПЛ 32 х 64-80	32	40	80
ПЛ 32 х 64-100	32	50	100
ПЛ 32 х 64-130	32	50	130
ПЛ 32 х 64-160	32	50	160

## Варианты заданий

Последняя цифра номера по списку	Предпоследняя цифра номера по списку							
	0				1			
	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	P <sub>2</sub> , ВА	f, Гц	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	P <sub>2</sub> , ВА	f, Гц
0	–	–	–	–	220	12	100	50
1	220	24	120	50	380	24	80	50
2	380	27	80	50	220	27	120	50
3	220	32	140	50	380	32	80	50
4	380	36	60	50	220	36	140	50
5	220	12	200	400	380	12	220	400
6	380	24	220	400	220	24	180	400
7	220	27	240	400	380	27	260	400
8	380	32	280	400	220	32	220	400
9	220	36	240	400	380	36	200	400

Последняя цифра номера по списку	Предпоследняя цифра номера по списку							
	2				3			
	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	P <sub>2</sub> , ВА	f, Гц	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	P <sub>2</sub> , ВА	f, Гц
0	220	12	80	50	220	12	90	50
1	380	24	100	50	380	24	70	50
2	220	27	110	50	220	27	110	50
3	380	32	90	50	380	32	100	50
4	220	36	150	50	220	36	130	50
5	380	12	210	400	380	12	230	400
6	220	24	190	400	220	24	200	400
7	380	27	270	400	380	27	280	400
8	220	32	230	400	220	32	210	400
9	380	36	210	400	380	36	180	400



## ЗАДАНИЕ 5. РАСЧЕТ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Для однофазного однополупериодного выпрямителя, однофазного и трехфазного мостовых выпрямителей выбрать параметры диодов  $I_d$  и  $U_{обр.}$ , напряжение на вторичной обмотке трансформатора  $U_2$  и его мощность  $S_T$ , если задано напряжение выпрямителя  $U_n$  и ток нагрузки  $I_n$ .

Данные  $U_n$  и  $I_n$ :

Таблица 5.1

Параметры выпрямите- лей	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_n, В$	10n	15n	20n	25n	30n	35n	40n	45n	50n	55n	60n	65n
$I_n, А$	m+1	m+2	m+3	m+4	m+5	m+6	m+7	m+8	m+9	m+10	m+11	m+12

Примечания: 1. n – номер подгруппы

2. m – номер курсанта по списку

3. Полная мощность трансформатора для:

– однофазного однополупериодного выпрямителя:

$$S_T = 3,5 P_n;$$

– однофазного мостового выпрямителя:

$$S_T = 1,23 P_n;$$

– трехфазного мостового выпрямителя

$$S_T = 1,045 P_n.$$

4.  $P_n = U_n I_n$  – мощность выпрямителя.

**1. Схема однополупериодного выпрямителя** с трансформатором приведена на рис. 5.1,а

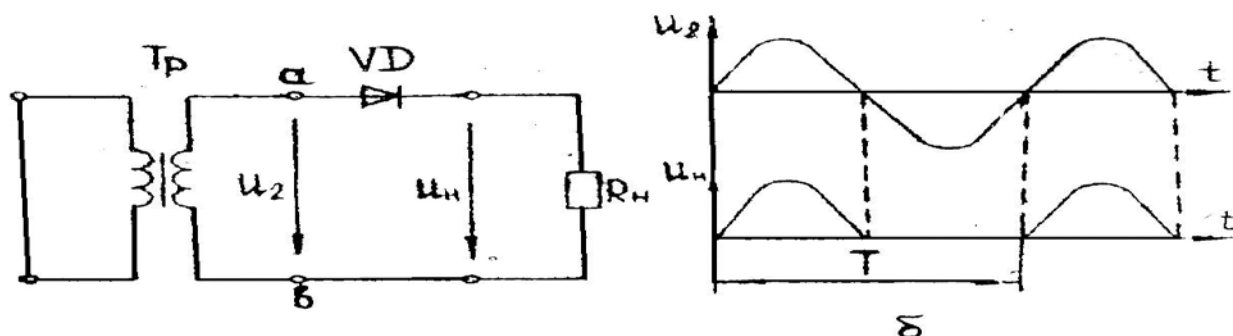


Рис. 5.1. Схема (а) и временные диаграммы напряжения (б)

$$U_{н\ ср} = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} U_{2m} \sin \omega t dt = \frac{U_{2m}}{\pi} = 0,45 U_2$$

где  $U_{2m}$  – амплитудное значение напряжения на выходе трансформатора;  
 $U_2$  – действующее значение напряжения на выходе трансформатора.

Средний ток приемника определяется по закону Ома:

$$I_{н\ ср} = \frac{U_{н\ ср}}{R_n}$$

Обратное максимальное напряжение выпрямителя равно амплитудному значению напряжения на вторичной обмотке трансформатора:

$$U_{обр\ max} = U_{2m} = \sqrt{2} U_2$$

В отрицательные полупериоды это напряжение приложено к диоду и определяется обратное допустимое напряжение диода:

$$U_{обр\ доп} \geq U_{обр\ max}$$

Так как диод VD включен последовательно с приемником  $R_n$ , то средний ток диода будет равен среднему току приемника (выпрямителя):

$$I_d = I_{н\ ср}$$

Качество выпрямленного напряжения определяться коэффициентом пульсации  $q$ , т.е. отношением амплитуды первой (основной) гармоники  $U_{осн\ m}$  к среднему выпрямленному напряжению  $U_{н\ ср}$ .

Для однополупериодному выпрямителя:

$$q = \frac{U_{осн\ m}}{U_{н\ ср}} = \frac{\pi}{2} \approx 1,57$$

2. Схема однофазного мостового выпрямителя с трансформатором приведена на рис. 5.2.а.

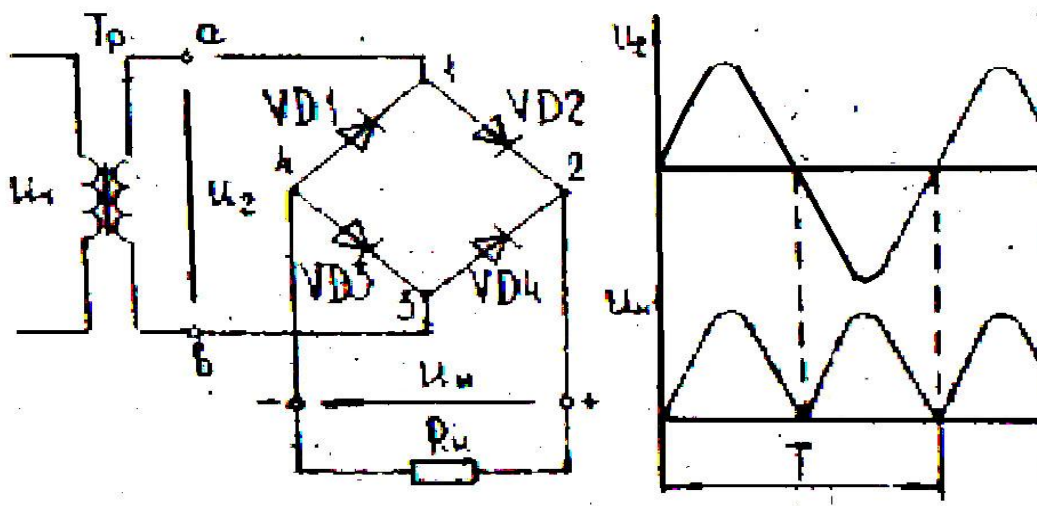


Рис. 5.2. Схема (а) и временные диаграммы напряжения однофазного мостового выпрямителя

Среднее значение выпрямленного напряжения за период будет 1.1 раза больше, чем у однополупериодного выпрямителя:

$$U_{н ср} = 0,9 U_a$$

$$I_{выпр} = \frac{I_{н ср}}{2}$$

Закрытые диоды находятся под максимальным обратным напряжением выпрямителя

$$U_{обр max} = U_{2m} = \sqrt{2} U_2$$

поэтому

$$U_{обр доп} \geq U_{обр max}$$

отсюда коэффициент пульсации для двухполупериодного выпрямителя равен:

$$q = \frac{U_{осн m}}{U_{н ср}} = \frac{2}{3} \approx 0,67$$

**3. Схема мостового трёхфазного выпрямителя** приведена на рис. 5.3.а.

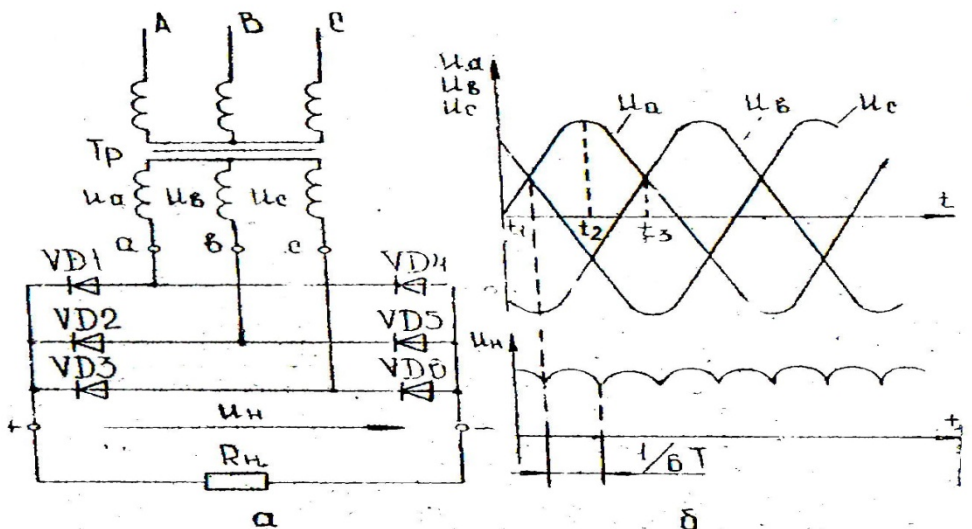


Рис. 5.3. Схема (а) и временные диаграммы напряжения мостового трехфазного выпрямителя

$$U_{н ср} = 2,34 U_{2ф}$$

Средний ток диодов в три раза меньше среднего тока выпрямителя:

$$I_d = \frac{I_{н ср}}{3}$$

Как и в предыдущем выпрямителе, обратное максимальное напряжение на диодах равно амплитудному линейному напряжению на вторичной обмотке трансформатора:

$$U_{обр max} = U_{2m.l} = \sqrt{2} U_{2л}$$