

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования**

**Самарский государственный университет путей сообщения
в г.Саратове
(филиал СамГУПС в г.Саратове)**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

По выполнению практических работ

МДК 02.01 Основы технического обслуживания устройств СЦБ и ЖАТ

ПМ02.01. Тема 1.3 «Обслуживание, монтаж и наладка устройств и систем СЦБ и ЖАТ»

Раздел 2 «Построение электропитающих устройств и систем СЦБ и ЖАТ»,
для специальности

**27.02.03«Автоматика и телемеханика на транспорте(на железнодорожном
транспорте)**

Саратов 2023

Рассмотрено

Цикловой методической комиссией

«Автоматика и телемеханика на транспорте» (на
железнодорожном транспорте):27.02.03

Протокол № ____

« ____ » _____ 2023г.

Председатель ЦМК

_____/И.В.Глухова/

./

Составил преподаватель:

Глухова И.В.

УТВЕРЖДЕНО:

Зам. директора

по учебной работе

_____ С.А.Крижановский

Одобрено методическим советом

21.-9.2023

Введение

Методические указания составлены применительно к программе ПМ.О2 «Техническое обслуживание устройств систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ)»

Раздел 2 «Построение электропитающих устройств и систем СЦБ и ЖАТ»,

Для студентов специальности 27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте). Базовая подготовка.

Указания содержат методические указания к выполнению практических работ, краткие описания, необходимые для их выполнения, и варианты заданий для выполнения практических работ.

Практические занятия должны производиться по заранее составленному графику в соответствии утвержденной учебной программой и обязательно в той последовательности, в какой они обеспечивают преемственность в переходе от простых работ к более сложным.

При отсутствии указанных практических работ, преподаватели могут заменить их аналогичными, обеспечивающими тематику выполняемых работ.

Методика выполнения практических работ должна быть максимально приближена к реальным.

1 Правила техники безопасности при выполнении практических работ

- перед началом работ:

1. студент внимательно изучает содержание и порядок выполнения практической работы, и безопасные приёмы её выполнения;
2. перед началом каждой практической работы, преподаватель проводит инструктаж учащихся. Не оставляет учащихся без присмотра на перемене и во время учебного процесса;
3. студент освобождает рабочее место от посторонних предметов;
4. студент должен точно выполнять все указания преподавателя;
5. студент не загромождает проходы сумками и посторонними предметами.

- во время работы:

1. студент точно выполняет указания преподавателя в отношении соблюдения порядка действий;
2. студент приступает к работе только тогда, когда убедился в исправности учебного оборудования;
3. студент не берёт без разрешения преподавателя оборудование с других рабочих мест, не встаёт с рабочего места и не ходит по кабинету во время выполнения работы.

- после окончания работы:

1. по окончании работы студент приводит своё рабочее место в порядок;
2. студент не выходит из кабинета без разрешения преподавателя.

2 Указания по выполнению практических работ

1. Студент допускается к выполнению практической работы только после ознакомления с правилами техники безопасности при выполнении работ.
2. К выполнению практической работы каждый студент должен подготовиться по соответствующей инструкционной карте и учебной литературе.
3. Каждый студент обязан вести рабочую тетрадь, в которую при выполнении работы должен заносить: наименование и цель работы; необходимые для выполнения работы сведения ; таблицы для записи расчетов.
4. О выполнении работы необходимо составить отчет в соответствии с указаниями и сдать его преподавателю. Отчеты по практическим работам оформляются на листах форматом А4, а так же по форме утвержденной рабочей тетради.
5. Отчет оформляется по установленному образцу (Приложение А).

					Филиал СамГУПС в г. Саратове 27.02.03 П Р1		
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб							
Проверил	Штенгель						
					Тема практической работы		
					Литера	Масса	Масштаб
					А-		

3 Перечень практических работ

1. Исследование конструкции трансформаторов.
2. Исследование работы преобразователя постоянного тока.
3. Исследование работы устройств электропитания
4. Расчет мощности электропитающего оборудования ЭЦ.
5. Расчет нагрузки трансформатора ОМ.

4 Задания для выполнения отчета по практическим работам

Практическая работа №1

Тема: Исследование конструкции трансформаторов

Цель работы: Ознакомиться с конструкцией различных типов трансформаторов применяемых для питания устройств ЖАТ. Произвести расчет трансформатора, по индивидуальному заданию.

Ход работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом по конструкции различных типов трансформаторов применяемых для питания устройств ЖАТ.
2. Ознакомиться с примерным расчетом трансформатора.
3. Выбрать характеристики трансформатора согласно индивидуального задания для расчета.
4. Произвести расчет трансформатора.
5. Записать данные расчета в итоговую таблицу
6. Зарисовать обмотки трансформатора согласно расчета.
7. Сделать вывод по проделанной работе.

Исходные данные для расчета

	Напря жение сети	U1	I1	U2	I2	U3	I3	Тип пластин. Железо толщиной 0.35мм	К
1	220	6	1	12	0,3	60	0,02	С	35
2	110	10	1,5	24	0,6	120	0,059	П	40
3	220	12	1,2	12	0,3	180	0,1	Г	40
4	110	15	1,3	24	0,6	180	0,1	Ш без отверстий	45
5	220	24	1,5	12	0,3	120	0,025	Ш с отверстием 0,35мм	60
6	110	8	1,3	24	0,6	60	0,06	С	35
7	220	10	2	12	0,3	60	0,08	П	40
8	110	12	1,5	24	0,6	180	0,1	Г	40
9	220	16	1,6	12	0,3	120	0,05	Ш без отверстий	45
10	110	24	1	24	0,6	60	0,02	Ш с отверстием 0,35мм	60
11	220	6	2	12	0,3	120	0,059	С	35
12	110	15	1,4	24	0,6	180	0,1	О	40
13	220	12	1,2	12	0,3	180	0,1	Г	40
14	110	10	1	24	0,6	120	0,025	Ш без отверстий	45
15	220	8	1,6	12	0,3	60	0,06	Ш с отверстием 0,35мм	60
16	110	24	1,2	24	0,6	60	0,08	С	35
17	220	48	2	12	0,3	180	0,1	П	40
18	110	15	1,2	24	0,6	120	0,05	Г	40
19	220	12	2	12	0,3	60	0,02	Ш без отверстий	45
20	110	10	1,3	24	0,6	120	0,059	Ш с отверстием 0,35мм	60
21	220	8	1	12	0,3	180	0,1	С	35
22	110	6	1,3	24	0,6	180	0,1	П	40
23	220	10	1,5	12	0,3	120	0,025	О	40
24	110	12	2	24	0,6	60	0,06	Ш без отверстий	45
25	220	15	1,2	12	0,3	60	0,08	Ш с отверстием 0,35мм	60
26	110	24	1	24	0,6	180	0,1	С	35

27	220	16	1,3	12	0,3	120	0,05	О	40
28	110	24	1	24	0,6	60	0,02	Г	40
29	220	6	1,5	12	0,3	120	0,059	Ш без отверстий	45
30	110	8	2	24	0,6	180	0,1	Ш с отверстием 0,35мм	60

Краткие теоретические сведения

Для расчета трансформатора предлагается эмпирический метод.

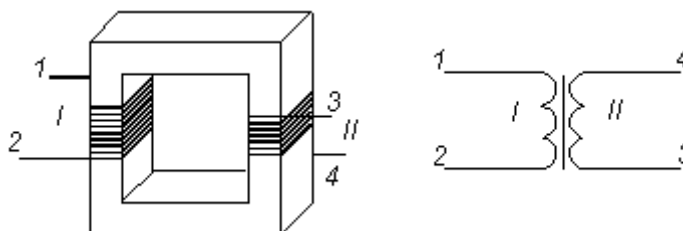


Рисунок 1- Трансформатор. Общий вид и условное обозначение

Для расчета сетевого трансформатора необходимо знать исходные данные, а именно напряжения и токи каждой обмотки. Первым шагом является определение суммарной мощности, которая вычисляется как сумма мощностей, потребляемой каждой обмоткой (мощность - это произведение тока на напряжение), поэтому:

$$P_{\text{сумм}} = U_1 I_1 + U_2 I_2 + \dots + U_n I_n$$

,где $U_1 I_1$, $U_2 I_2$ и т.д. - произведения напряжений и токов вторичных обмоток (здесь ток - это максимальный ток нагрузки). Теперь определяем габаритную мощность, которая получается при делении на КПД:

$$P_z = \frac{P_{\text{сумм}}}{\text{КПД}}$$

КПД заранее знать нельзя, но ее можно определить по таблице 1:

Таблица 1

Суммарная мощность, Вт	10-20	20-40	40-100	100-300
КПД трансформатора	0,8	0,85	0,88	0,92

Наиболее распространенные две формы сердечника:

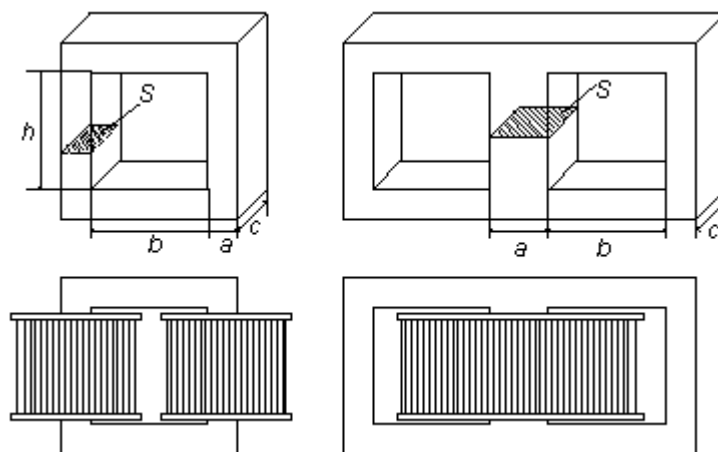


Рисунок 2- Формы сердечника трансформатора и расположение катушек на сердечнике

Зная габаритную мощность трансформатора, находим сечение рабочего керна его сердечника, на котором находится катушка:

$$S = 1,2 \sqrt{P_2}$$

S - получается в квадратных сантиметрах.

Теперь находим ширину рабочего керна сердечника по формуле:

$$a = 0,8 \sqrt{S}$$

По полученному значению a (см.) выбираем из имеющихся в наличии сердечников данное значение (можно больше), и находим толщину пакета c (см.):

$$c = S / a$$

Теперь определяем количество витков, приходящихся на 1 вольт напряжения:

$$n = K / S$$

Коэффициент K обычно лежит в пределах от 35 до 60. В первую очередь он зависит от свойств пластин стали сердечника. Для стали толщиной 0,35 мм, для сердечников С-образной формы, витых из тонкой стали, K=35. Для сердечников О-образной формы, собранный из П- или Г-образных пластин без отверстий по углам, берем K=40. Если применяются пластины типа Ш без отверстий, то K=45, с отверстиями K=50. Для пластин Ш-образной формы с отверстиями, толщиной 0,35 мм, K=60. Т.е. значением K можно варьировать, но учитывать, что уменьшение K облегчает намотку, но ужесточает работу трансформатора. При применении пластин из высококачественной стали этот коэффициент можно немного уменьшить, а при низком качестве нужно увеличить.

Теперь можно найти количество витков первичной обмотки:

$$W = U \cdot n$$

Для определения количества витков вторичной обмотки, необходимо вводить дополнительный коэффициент m , учитывающий падение напряжения на ней:

$$W = m \cdot U \cdot n$$

Коэффициент m зависит от силы тока, протекающего по данной обмотке, таблица 2:

Таблица 2

Сила тока вторичной обмотки, А	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0
m	1,02	1,03	1,04	1,06

Диаметр проводов вторичных обмоток можно найти:

$$d = p \cdot \sqrt{I}$$

где d -диаметр провода по меди, мм; I -сила тока в обмотке, А; p -коэффициент применяем 0,72.

Таблица 3

Номинальный диаметр (d) провода (по меди), мм	Сечение медной жилы (S _{пр}), мм кв.	Максимальный диаметр провода с изоляцией, мм		Допустимый ток, А при токовой нагрузке		
		ПЭВ-1	ПЭВ-2, ПЭТВ	2 А/мм кв	2,5 А/мм кв	3 А/мм кв
0,08	0,005	0,10	0,10	0,01	0,0125	0,015
0,09	0,0064	0,11	0,12	0,013	0,016	0,019
0,1	0,0079	0,12	0,13	0,016	0,020	0,024
0,11	0,0095	0,13	0,14	0,019	0,024	0,028
0,12	0,0113	0,14	0,15	0,023	0,028	0,034
0,13	0,0133	0,15	0,16	0,027	0,033	0,040
0,14	0,0154	0,17	0,18	0,031	0,038	0,046
0,15	0,0177	0,18	0,19	0,035	0,044	0,053
0,16	0,0201	0,19	0,20	0,040	0,050	0,060
0,17	0,0227	0,20	0,21	0,045	0,057	0,068
0,18	0,0255	0,21	0,22	0,051	0,064	0,076
0,19	0,0283	0,22	0,23	0,057	0,071	0,085
0,20	0,0314	0,23	0,24	0,063	0,078	0,094
0,23	0,0416	0,27	0,28	0,083	0,104	0,125
0,25	0,0491	0,28	0,30	0,098	0,123	0,147
0,27	0,0573	0,31	0,33	0,115	0,143	0,172
0,29	0,0661	0,33	0,35	0,132	0,165	0,198
0,31	0,0755	0,35	0,37	0,151	0,189	0,226
0,33	0,0855	0,37	0,39	0,171	0,214	0,256
0,35	0,0962	0,39	0,41	0,192	0,240	0,289
0,38	0,1134	0,42	0,44	0,227	0,283	0,340
0,41	0,1320	0,45	0,47	0,264	0,330	0,396
0,44	0,1521	0,48	0,50	0,304	0,380	0,456
0,47	0,1735	0,50	0,53	0,347	0,434	0,520
0,51	0,2043	0,56	0,58	0,409	0,511	0,613
0,53	0,2206	0,58	0,60	0,441	0,551	0,662
0,57	0,2552	0,62	0,64	0,510	0,638	0,766

Номинальный диаметр (d) провода (по меди), мм	Сечение медной жилы (S _{пр}), мм кв.	Максимальный диаметр провода с изоляцией, мм		Допустимый ток, А при токовой нагрузке		
		ПЭВ-1	ПЭВ-2, ПЭТВ	2 А/мм кв	2,5 А/мм кв	3 А/мм кв
0,59	0,2734	0,64	0,66	0,547	0,683	0,820
0,62	0,3019	0,67	0,69	0,604	0,755	0,906
0,64	0,3217	0,70	0,72	0,643	0,804	0,965
0,67	0,3526	0,73	0,75	0,705	0,881	1,058
0,69	0,3739	0,74	0,77	0,748	0,935	1,122
0,72	0,4072	0,77	0,80	0,814	1,018	1,222
0,74	0,4301	0,80	0,83	0,860	1,075	1,290
0,77	0,4657	0,83	0,86	0,931	1,164	1,397
0,8	0,5027	0,86	0,89	1,005	1,257	1,508
0,85	0,5658	0,91	0,94	1,132	1,414	1,697
0,9	0,6362	0,96	0,99	1,272	1,590	1,909
1,0	0,7854	1,07	1,09	1,571	1,963	2,356
1,25	1,227	1,32	1,35	2,453	3,067	3,681
1,3	1,327	1,38	1,41	2,654	3,317	3,981
1,4	1,539	1,48	1,51	3,078	3,847	4,617
1,5	1,767	1,58	1,61	3,534	4,417	5,301
1,56	1,911	1,64	1,67	3,822	4,777	5,733
1,62	2,061	1,70	1,73	4,122	5,152	6,183
1,68	2,217	1,76	1,79	4,434	5,542	6,651
1,74	2,378	1,81	1,85	4,756	5,945	7,134
1,81	2,573	1,89	1,93	5,146	6,432	7,719
1,9	2,827	1,99	2,02	5,654	7,067	8,481
2,0	3,132	2,09	2,12	6,264	7,83	9,396
2,24	3,929	2,34	2,37	7,858	9,82	11,787
2,44	4,676	2,54	2,57	9,352	11,69	14,028
2,63	4,895	2,60	2,63	9,79	12,237	14,685

Силу тока в первичной обмотке можно определить так:

$$I = P_2 / U$$

Содержание отчета:

Произвести расчет трансформатора

Исходные данные для расчета

U_{сети} = 220В

U₁ = 10В

I₁ = 2 А

U₂ = 12 В

I₂ = 0,3 А

U₃ = 60 В

I₃ = 0,08А

Тип пластин. П образные

$$K = 40$$

Расчет согласно варианта .

Находим суммарную мощность:

$$P_{\text{сумм}} = 10 \cdot 2 + 12 \cdot 0,3 + 60 \cdot 0,08 = 20 + 3,6 + 4,8 = 28,4 \text{ Вт.}$$

Определяем габаритную мощность:

$$P_g = 28,4 / 0,85 = 33,41 \text{ Вт.}$$

Находим сечение трансформатора:

$$S = 1,2 \cdot \sqrt{33,41} = 6,93 \text{ см}^2$$

Находим приближенное значение ширины рабочего керна:

$$a = 0,8 \cdot \sqrt{6,93} = 2,1 \text{ см}$$

Выбираем пластины трансформатора, для которых $a = 2,42 \text{ см}$ и находим толщину пакета:

$$c = S/a = 6,93 / 2,1 = 3,3 \text{ см.}$$

Фактически полученное сечение рабочего керна сердечника:

$$S = a \cdot c = 2,1 \cdot 3,3 = 6,93 \text{ см}^2$$

$$K = 40$$

Находим количество витков на 1 В:

$$n = K/S = 40 / 6,93 = 5,77$$

Определяем количество витков первичной обмотки при питании от сети напряжением 220 В:

$$W_I = U_I \cdot n = 220 \cdot 5,77 = 1269,4 \text{ витков.}$$

Находим коэффициент m для каждой из вторичных обмоток:

$$\text{при } I_1 = 2 \text{ А, } m_1 = 1,06;$$

$$\text{при } I_2 = 0,3 \text{ А, } m_2 = 1,02;$$

$$\text{при } I_3 = 0,08 \text{ А, } m_3 = 1,02.$$

Определяем количество витков каждой из вторичных обмоток с округлением до ближайшего целого числа:

$$W_{II_1} = m_1 \cdot U_1 \cdot n = 10 \cdot 1,06 \cdot 5,77 = 61,16 \text{ витка};$$

$$W_{II_2} = m_2 \cdot U_2 \cdot n = 12 \cdot 5,77 \cdot 1,02 = 70,6 \text{ витков};$$

$$W_{II_3} = m_3 \cdot U_3 \cdot n = 60 \cdot 5,77 \cdot 1,02 = 353,12 \text{ витков};$$

Находим силу тока в первичной обмотке:

$$I_1 = P_g / U_{\text{сети}} = 33,41 / 220 = 0,15 \text{ А.}$$

Находим диаметр провода первичной обмотки:

$$d_1 = p \cdot \sqrt{I_1} = 0,72 \cdot \sqrt{0,15} = 0,27 \text{ мм.}$$

Находим диаметры проводов вторичных обмоток.

$$d_{II_1} = p \cdot \sqrt{I_1} = 0,72 \cdot \sqrt{2} = 1,01 \text{ мм.}$$

$$d_{II_2} = p \cdot \sqrt{I_1} = 0,72 \cdot \sqrt{0,3} = 0,39 \text{ мм.}$$

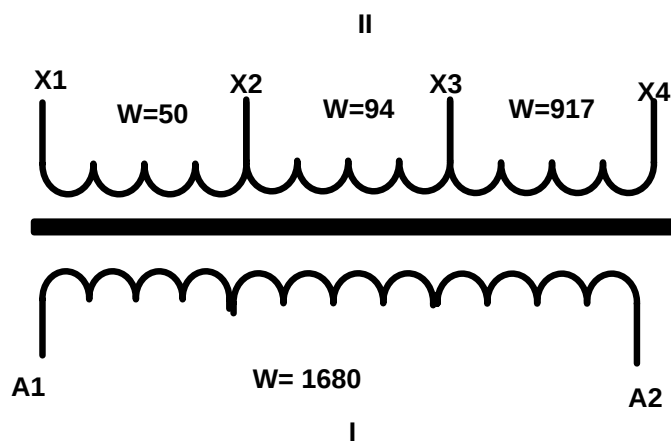
$$d_{II_3} = p \cdot \sqrt{I_1} = 0,72 \cdot \sqrt{0,08} = 0,2 \text{ мм.}$$

Для этого составляем таблицу намоточных данных, где диаметры проводов по меди выбраны из ближайших больших стандартных значений, а диаметры проводов в изоляции взяты на 10% больше, чем диаметры проводов по меди.

Итоговая таблица расчета

Обмотка	W	d по меди, мм	d по изоляции, мм
I_1	1270	0,05	0,31
II_1	62	0,78	1,07
II_2	71	0,13	0,45
II_3	354	0,03	0,23

Схема обмоток расчетного трансформатора .



Практическая работа №2

Тема : Исследование работы преобразователя постоянного тока.

Цель работы. Ознакомится с принципом действия и работой преобразователей постоянного тока. Рассмотреть характеристики работы.

Ход работы:

1. Ознакомиться с принципом работы различных видов выпрямительных устройств.
2. Зарисовать структурную схему устройства. Описать работу устройства ,назначение каждого элемента схемы
- 3.Согласно варианта вычертить схемы устройств и рабочие характеристики
- 4 Сделать вывод по проделанной работе.

Варианты заданий

Вариант	Тип схемы
1	Однофазная, однополупериодная схема
2	Двухполупериодная схема со средней точкой (схема Миткевича)
3	Мостовая схема (схема Греча)

Краткие теоретические сведения

Производство и распределение электрической энергии в основном осуществляется на переменном токе, вследствие простоты трансформации напряжения. Однако значительная часть производимой электрической энергии (30-35%) используется на постоянном токе, в том числе и для передачи на расстояния.

Выпрямитель – это электротехническое устройство, предназначенное для преобразования переменного напряжения в постоянное. Основными элементами полупроводниковых выпрямителей являются трансформатор и вентили, с помощью которых обеспечивается одностороннее протекание тока в цепи нагрузки, в результате чего переменное напряжение преобразуется в пульсирующее. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения к выходным зажимам выпрямителя подключают электрический сглаживающий фильтр. Для регулирования или стабилизации выпрямленного напряжения и тока потребителя к выходным зажимам фильтра подключают регулятор или стабилизатор (стабилизатор может быть включён и на стороне переменного тока выпрямителя).

Режимы работы и параметры отдельных элементов выпрямителя, фильтра, регулятора и стабилизатора согласуются с заданными условиями работы потребителя

постоянного тока, поэтому основная задача теории выпрямительных устройств сводится к определению расчётных соотношений, позволяющих по заданному режиму работы потребителя определить электрические параметры элементов стабилизатора, регулятора, фильтра, а также вентиля и трансформатора выпрямителя и затем произвести выбор этих элементов по каталогу или, если это необходимо, рассчитать их.

Структурная схема и классификация выпрямителей

Выпрямитель можно представить в виде обобщенной структурной схемы (рис. 3) и структурной схемы с протекающими в нем напряжениями и токами (рис. 4), в которую входят:

- силовой трансформатор (СТ),
- вентильный блок (ВБ),
- фильтрующее устройство (ФУ),
- цепь нагрузки (Н), в которую может входить стабилизатор напряжения (СН).

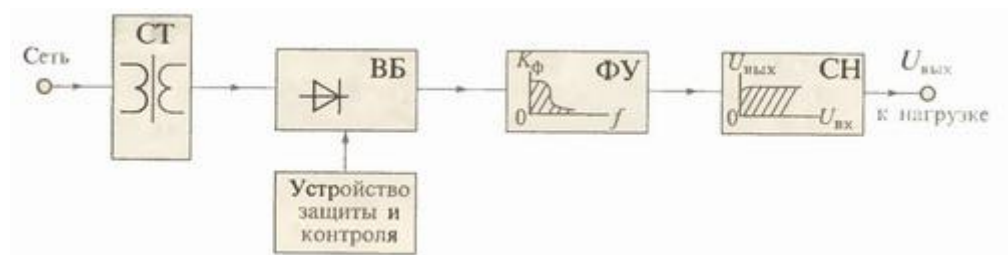


Рисунок 3- Обобщенная структурная схема выпрямителя

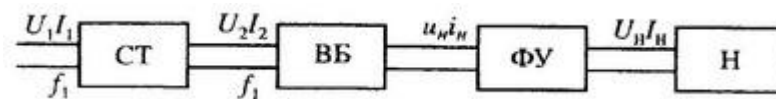


Рисунок 4- Структурная схема выпрямителя с протекающими в нем напряжениями и токами

Силовой трансформатор служит для согласования входного и выходного напряжений выпрямителя. Возможны различные соединения обмоток трансформатора соответственно с различными схемами выпрямления. Напряжение вторичной обмотки трансформатора U_2 определяет значение выпрямленного напряжения U_n (или U_d).

Трансформатор позволяет одновременно гальванически развязать питающую сеть U_1 , I_1 с частотой f_1 , и цепь нагрузки с U_n , I_n (или U_d , I_d). В последнее время в связи с появившейся возможностью разрабатывать и изготавливать высоковольтные инверторы, работающие на высокой частоте и при непосредственном выпрямлении напряжения сети,

используются бестрансформаторные схемы выпрямления, в которых вентильный блок присоединяется непосредственно к первичной питающей сети.

Вентильный блок выпрямляет переменный ток, подключая вторичное напряжение соответствующей фазы трансформатора к цепи постоянного тока. В вентильном блоке используются, как правило, полупроводниковые диоды или сборки на их основе. На выходе вентильного блока получают знакопостоянное напряжение с высоким уровнем пульсаций, определяемым только числом фаз питающей сети и выбранной схемой выпрямления.

Фильтрующее устройство обеспечивает требуемый уровень пульсаций выпрямленного тока в цепи нагрузки. В качестве ФУ используются последовательно включаемые резистор или сглаживающий дроссель и параллельно включаемые конденсаторы. Иногда ФУ строится по более сложным схемам. В выпрямителях малой мощности установка резистора или дросселя не обязательна.

При использовании многофазных (чаще всего трехфазных) схем выпрямления уровень пульсаций естественно снижается, и облегчаются условия работы ФУ.

Стабилизатор напряжения служит для уменьшения внешних воздействий, таких как: изменение напряжения питающей сети, изменение температуры, частоты и т.д.

Полупроводниковые выпрямители можно классифицировать по следующим признакам:

- 1) по выходной мощности (маломощные - до 600 Вт, средней мощности - до 100 кВт, и большой мощности - более 100 кВт);
- 2) по числу фаз источника (однофазные, многофазные);
- 3) по пульсности (p) выпрямителя, определяемой числом полупериодов протекания тока во вторичной обмотке трансформатора за полный период напряжения U_1 ;
- 4) по числу знакопостоянных импульсов в кривой выпрямленного напряжения U_2 за период питающего напряжения:
 - *однополупериодные*;
 - *двухполупериодные*;
 - *m -полупериодные*.

Выпрямители могут быть построены на управляемых вентильных (тиристорах, транзисторах) – управляемые выпрямители и на неуправляемых вентильных (диодах) – неуправляемые выпрямители.

Для работы и расчета выпрямителя принципиальное значение имеет характер *нагрузки* включенной на выходе выпрямителя. Различают следующие режимы работы выпрямителя:

- а) на активную нагрузку;
- б) на активно-индуктивную нагрузку;

в) на активно-емкостную нагрузку.

Разные формы потребляемых из сети токов и их продолжительность при различном характере нагрузки выпрямителя приводит к тому, что методы расчетов выпрямителей существенно различаются.

Расчет выпрямителя сводится к выбору схемы выпрямления, типа диодов, определению электромагнитных нагрузок на обмотках трансформатора, диодах и элементах сглаживающего фильтра, а также энергетических показателей.

Выбор схемы выпрямителя зависит от ряда факторов, которые должны учитываться в зависимости от требований, предъявляемых к выпрямительному устройству. К ним относятся:

- величины выпрямленного напряжения и мощности;
- частота и величина пульсации выпрямленного напряжения;
- число диодов и величина обратного напряжения на них;
- коэффициент полезного действия (к.п.д.);
- коэффициент мощности и другие энергетические показатели.

Основные схемы выпрямления.

Однофазные выпрямители

Схемы выпрямителей однофазного питания применяются в основном для питания бытовых потребителей (бытовых устройств) и используют однофазные трансформаторы, в которых ток течет по двум проводам - фаза и ноль. Первичная и вторичная обмотка трансформаторов таких выпрямителей является однофазной.

Однофазная, однополупериодная схема

Однофазную, однополупериодную схему (рисунок 5, а) обычно применяют для выпрямления токов до нескольких десятков миллиампер и в тех случаях, когда не требуется высокой степени сглаживания выпрямленного напряжения. Эта схема характеризуется низким коэффициентом использования трансформатора по мощности и большими пульсациями выпрямленного напряжения.

Диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу однополупериодного выпрямителя на активную нагрузку с учетом потерь в трансформаторе и вентиле, представлены на рисунок 5,б.

Под действием ЭДС вторичной обмотки e_2 ток в цепи нагрузки i_d может проходить только в течение тех полупериодов, когда анод диода имеет положительный потенциал

относительно катода. Диод пропускает ток i_{VD} в первый полупериод, во второй полупериод, когда потенциал анода становится отрицательным, ток в цепи равен нулю. Выпрямленное напряжение u_d в любой момент времени меньше ЭДС вторичной обмотки e_2 , так как часть напряжения теряется на активных сопротивлениях трансформатора и открытого вентиля (учитывается сопротивлением r). Максимальное обратное напряжение на вентиле $U_{обр\max}$, как видно из рисунок 5 ,б, достигает амплитудного значения ЭДС вторичной обмотки E_{2m} .

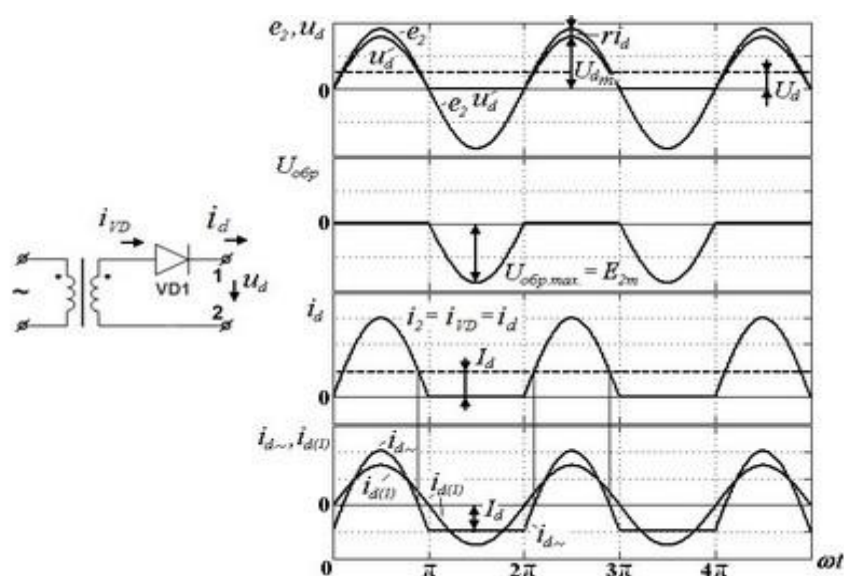


Рисунок 5-. Однофазная, однополупериодная схема выпрямления (а) и диаграммы напряжений и токов в ней при работе на активную нагрузку (б).

Диаграмма первичного тока трансформатора подобна диаграмме вторичного тока, если пренебречь током намагничивания и исключить из него постоянную составляющую I_d , которая в первичную обмотку *не трансформируется*. В сердечнике трансформатора за счет постоянной составляющей тока вторичной обмотки создается добавочный постоянный магнитный поток, насыщающий сердечник. Это явление называют – *вынужденное подмагничивание сердечника трансформатора* постоянной составляющей тока, которое является главным недостатком этой схемы. В результате насыщения намагничивающий ток трансформатора возрастает в несколько раз по сравнению с током в нормальном режиме намагничивания сердечника. Возрастание намагничивающего тока обуславливает увеличение сечения провода первичной обмотки, следствием чего являются завышенные размеры трансформатора и габариты выпрямителя в целом.

Двухполупериодная схема со средней точкой (схема Миткевича)

Однофазный двухполупериодный выпрямитель со средним (нулевым) выводом вторичной обмотки трансформатора (рисунок 6, а) применяют в низковольтных устройствах. Он позволяет уменьшить вдвое число диодов и тем самым понизить потери, но имеет более низкий коэффициент использования трансформатора и, следовательно, большие габариты по сравнению с однофазным мостовым выпрямителем, который рассмотрен ниже. Обратное напряжение на диодах выше в этой схеме, чем в мостовой.

Необходимым элементом данного выпрямителя является трансформатор с двумя вторичными обмотками. Выпрямитель со средней точкой является по существу двухфазным, так как вторичная обмотка трансформатора со средней точкой создает две ЭДС, равные по величине, но противоположные по направлению. Таким образом, схема соединения обмоток такова, что одинаковые по величине напряжения на выводах вторичных обмоток относительно средней точки сдвинуты по фазе на 180° .

Диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу двухполупериодного выпрямителя со средним выводом на активную нагрузку с учетом потерь в трансформаторе и вентилеях, представлены на рисунок 6,б.

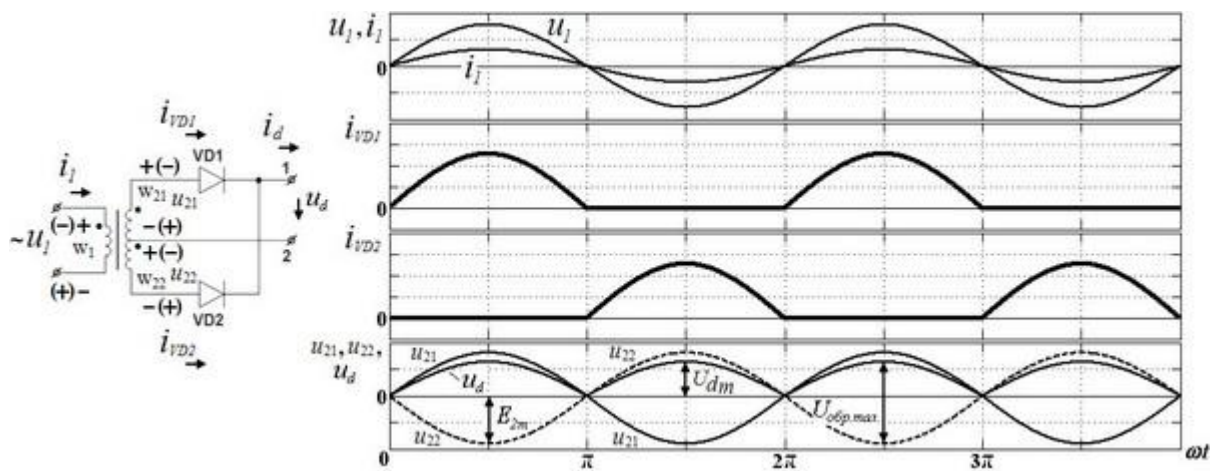


Рисунок 6- Двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой (а) и диаграммы напряжений и токов в ней при работе на активную нагрузку (б).

Вторичные обмотки трансформатора подключены к анодам вентилях VD_1 и VD_2 . Напряжения на вторичных обмотках трансформатора w_{21} и w_{22} находятся в противофазе. Поэтому диоды схемы VD_1 и VD_2 проводят ток поочередно, каждый в соответствующий полупериод питающего напряжения. В течение первого полупериода положительный потенциал имеет анод диода VD_1 и ток i_{vd1} проходит через него, нагрузку и вторичную

полуобмотку w_{21} трансформатора. В течение второго полупериода положительный потенциал имеет анод диода VD_2 , ток i_{vd2} проходит через него, нагрузку и вторичную полуобмотку w_{22} трансформатора, причем в цепи нагрузки ток i_d проходит в том же направлении, что и в первый полупериод.

Таким образом, в отличие от простейшего однополупериодного выпрямителя в выпрямителе со средней точкой выпрямленный ток проходит через нагрузку в течение обоих полупериодов переменного тока, но *каждая из половин вторичной обмотки трансформатора оказывается нагруженной током только в течение полупериода*. В результате встречного направления м.д.с. постоянных составляющих токов вторичных обмоток i_{21} и i_{22} в сердечнике трансформатора *нет вынужденного подмагничивания*.

Мостовая схема (схема Грца)

Однофазная мостовая схема (рисунок 7, а) характеризуется высоким коэффициентом использования трансформатора по мощности и поэтому может быть рекомендована для использования в устройствах повышенной мощности при выходных напряжениях от десятков до сотен вольт; пульсации такие же, как в предыдущей схеме. По сути, работа мостовой схемы в течение каждого полупериода ничем не отличается от схемы со средней точкой трансформатора, только здесь пропускает ток не один вентиль, а два вентиля, соединенных последовательно, и для каждого полупериода используются не отдельные половины вторичной обмотки, а одна обмотка, что повышает эффективность использования трансформатора. Достоинства – меньшее обратное напряжение на диодах в 2 раза, меньшие габариты, выше коэффициент использования трансформатора, чем в схеме со средней точкой. Недостаток – на диодах падение напряжения в 2 раза больше.

Диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу однофазного мостового выпрямителя на активную нагрузку с учетом потерь в трансформаторе и вентилях, представлены на рисунок 7, б. Выходное напряжение u_d при чисто активной нагрузке, как и в схеме с выводом средней точки трансформатора, имеет вид однополярных полуволн напряжения u_2 (рисунок 7, б). Это получается в результате поочередного отпирания диодов VD_1 , VD_4 и VD_2 , VD_3 . Диоды VD_1 и VD_4 открыты при полуволне напряжения u_2 положительной полярности (показана на рисунок 8, а без скобок), обеспечивая связь вторичной обмотки трансформатора с нагрузкой и создавая на ней напряжение u_d той же полярности, что и напряжение u_2 . На полуволне напряжения u_2 отрицательной полярности открыты диоды VD_2 и VD_3 , подключающие напряжение u_2 к нагрузке с той же полярностью, что и на предыдущем интервале.

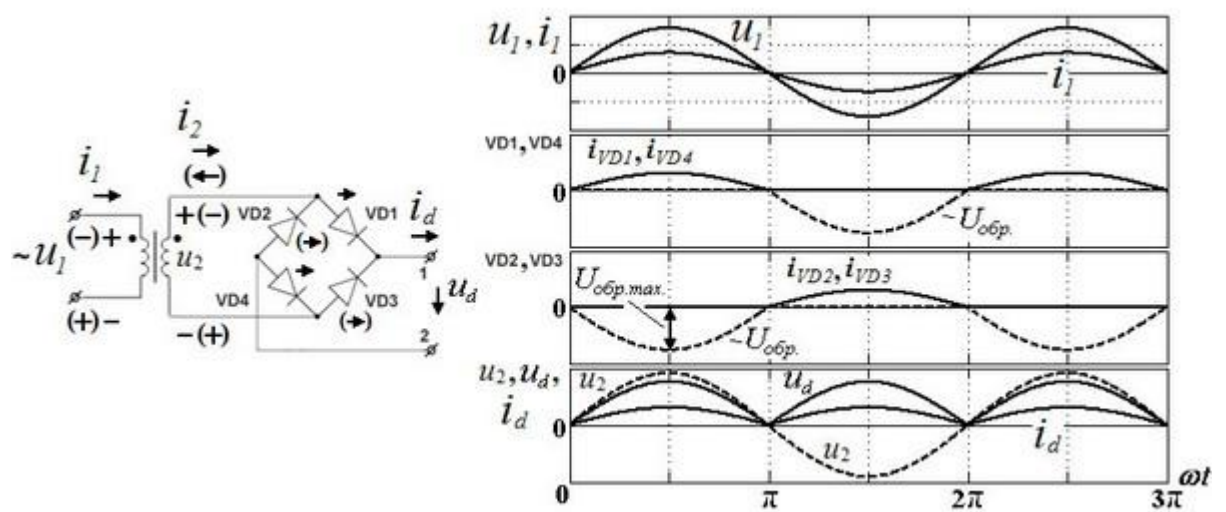


Рисунок 7- Однофазная мостовая схема выпрямления (схема Грца) (а) и диаграммы напряжений и токов в ней при работе на активную нагрузку (б).

Содержание отчета:

1. Ответы на поставленные вопросы
2. Схемы согласно варианта
3. Вывод.

Практическая работа №3

Тема: Исследование работы устройств электропитания ЭЦ

Цель работы: Ознакомиться с работой системы электропитания крупных станций. Научиться определять количество панелей питания устанавливаемых на станцию.

Ход работы:

- 1.Ознакомиться с принципом работы различных видов панелей питания.
- 2.Согласно варианта определить состав питающей установки для крупной станции.
- 3.Зарисовать структурную схему питающей установки электропитания крупных станций.
- 4.Перечислить панели питания, устанавливаемые на крупных станциях и описать их назначение.
5. Сделать вывод по выполненной работе.

Исходные данные для выполнения практической работы:

Вариант	Число стрелок ЭЦ	Тип рельсовой цепи
1	30	РЦ25-5С
2	50	РЦ25-10
3	65	РЦ25-11
4	100	РЦ25-12
5	110	РЦ25-12
6	115	РЦ25-11
7	120	РЦ25-10
8	130	РЦ25-5С
9	150	РЦ25-5С
10	155	РЦ25-10
11	160	РЦ25-11
12	170	РЦ25-12
13	180	РЦ25-12
14	185	РЦ25-11
15	190	РЦ25-10
16	195	РЦ25-5С
17	200	РЦ25-5С
18	210	РЦ25-10
19	220	РЦ25-11
20	230	РЦ25-12
21	240	РЦ25-12
22	230	РЦ25-11
23	220	РЦ25-10
24	210	РЦ25-5С
25	200	РЦ25-5С
26	180	РЦ25-10
27	120	РЦ25-11
28	100	РЦ25-12
29	120	РЦ25-12
30	100	РЦ25-11

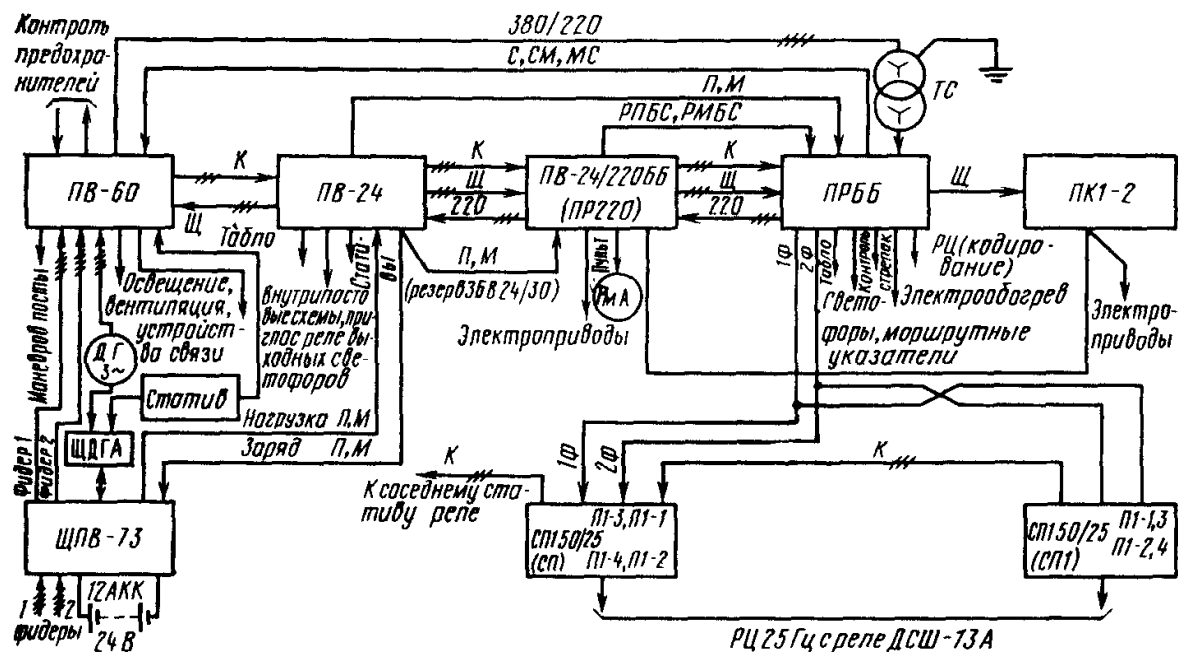


Рисунок 8- Структурная схема установки электропитания поста ЭЦ крупных станций

Таблица 4- Комплектация устройств электропитающих щитовых установок в зависимости от числа централизованных стрелок на станции.

Тип панели и наименование оборудования	Тип рельсовой цепи	Число основного оборудования электропитания и зависимости от числа стрелок ЭЦ								
		30	50	65	100	120	150	180	200	240
Панель выпрямителей:										
ПВ-60	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2
ПВ-24/220ББ	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ПВ-24	-	-	-	-	1	1	2	2	2	2
ПРББ	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Щит выключения питания:										
ЩЩВП-73	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Дизель-генератор:										
ДГА-2-24М	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-
ДГА-2-48М	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1
Силовой трансформатор:										
ТС-10/5	-	1	-	-	-	-	-	2(3)	2(3)	2

TC-16/5	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
TC- 25/5	-	-	-	-	1	-	2	1(2)	-	-
TC-40/5	-	-	-	-	1	1	-	-	1	1
Панель статических преобразователей частоты ПЧ 50/25	РЦ25-5С	1		2		3		4		5
	РЦ25-10	1			2		3		4	
	РЦ25-11	1			2			3		
	РЦ25-12	1				2			3	

Содержание отчета:

1. Ответы на поставленные вопросы;
2. Схемы согласно варианта;
3. Вывод.

Практическая работа №4

Тема: Расчет мощности электропитающего оборудования ЭЦ

Цель работы. Произвести расчет мощности оборудования поста электрической централизации станции

Ход работы:

1. Ознакомиться с принципом работы различных систем питания..
2. Определить комплектацию щитовой установки в соответствии с вариантом.
3. Согласно варианта произвести расчет мощности нагрузки.
4. Сделать вывод по выполненной работе.

По укрупненным показателям определите мощность, потребляемую устройствами электрической централизации станции при безбатарейной системе питания. Число стрелок и светофоров на станции для каждого варианта выбираем согласно варианта. На станции и прилегающих перегонах- электротяга постоянного тока; рельсовые цепи – частотой 50Гц, и с реле типа ДСП-12.

Исходные данные по вариантам .

Исходные данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число стрелок на станции	30	50	60	70	80	90	100	120	140	60
Число светофоров	39	65	78	91	104	117	130	156	182	160
Число входных светофоров	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2
Исходные данные	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Число стрелок на станции	60	70	80	78	87	90	110	78	90	94
Число светофоров	38	85	45	43	98	76	56	65	84	48
Число входных светофоров	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
Исходные данные	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Число стрелок на станции	112	92	117	94	89	110	109	94	97	123
Число светофоров	68	43	67	35	38	43	64	41	36	68
Число входных светофоров	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2

При расчете мощности переменного тока , потребляемой устройствами электрической централизации участковой станции, следует учесть комплектацию щитовой установки в зависимости от количества централизованных стрелок в соответствии с таблицей 5 .

Однако, необходимо обратить внимание, что задание составлено для РЦ частотой 50Гц и реле типа ДСП-12 при электротяге постоянного тока.

Рельсовые цепи частотой $f = 50$ Гц питаются от трансформаторов релейной панели или ТС, следовательно, при расчете нагрузки на трансформаторы релейной панели воспользуйтесь следующими формулами:

$$P_{рп} = P_{св} + P_{м.у} + P_T + P_{рц} + P_{кц} + P_{вс};$$

$$Q_{рп} = Q_{св} + Q_T + Q_{рц} + Q_{кц} + Q_{вс}$$

Мощности, потребляемые рельсовыми цепями 50 Гц, даны с учетом потерь в питающих трансформаторах.

При расчетах принимаем следующие величины мощности, потребляемые одним светофором: $P_{св} = 21$ Вт; $Q_{св} = 6,8$ вар.

На станции, имеющей 100 централизованных стрелок, на маршрутных указателях одновременно может гореть до 28 ламп, имеющей от 100 до 150 стрелок — до 35 ламп и имеющей от 150 до 200 стрелок — до 50 ламп. Мощность каждой лампы 25 Вт.

На станции, имеющей свыше 80 централизованных стрелок, приборы табло потребляют следующие мощности:

$$P_T = 1200 \text{ Вт}; Q_T = 460 \text{ вар.}$$

Потери в трансформаторах каждой релейной панели при загрузке свыше 50% составляют: $\Delta P = 180$ Вт; $\Delta Q = 250$ вар.

Кроме того, для станции, имеющей 100 стрелок, принимаются следующие величины потребляемой мощности:

устройства связи поста — активная мощность 3270 Вт, реактивная — 2735 вар;

устройства освещения, вентиляции и другие вспомогательные приборы — активная мощность 4150 Вт, реактивная — 1940 вар;

лимит для мастерской — активная мощность 5600 Вт, реактивная — 4200 вар.

Необходимо учесть, что при числе централизованных стрелок на станции от 100 до 150 эти нагрузки соответственно увеличиваются на 20%, а при числе стрелок от 150 до 200 — на 50%.

Дополнительные нагрузки на вводную панель от трансляционного усилителя в рабочем режиме, от выпрямителя ЗБВ — 220/30 при переводе стрелок, от негарантированного освещения составляют при числе стрелок на станции от 100 до 200: активные — 14000 Вт, реактивные — 6000 вар.

Для питания устройств СЦБ и связи на постах электрической централизации предусматривается дополнительный резерв мощности, равный 10%.

Таблица 5

Панели	Количество панелей при числе стрелок					
	30-80	81-100	101-140	141-160	161-180	181-200
ПВ-60	1	1	1	2	2	2
ПВ-24/220ББ или ПВ-24/220Б	1	1	1	1	1	1
ПВ-24	-	-	1	1	1	1
ПРББ или ПРБ	1	1	1	2	2	2
ППЗ-50/25	1	11	2	2	3	3

Таблица 6

Нагрузки	Измеритель	Потребляемая мощность		
		Вт	Вар	В*А
Выпрямитель батарейной 220В, 3А, стрелочный	Пост ЭЦ	500	870	1000
Потери в трансформаторах релейной панели 11Р 4ТР при загрузке: 50%	Пост ЭЦ	120	200	233
Свыше 50%	Пост ЭЦ	180	250	307

1- На станции свыше 80 стрелок применяются схемы , ограничивающие ток подсветки и нагрузка принимается 1200Вт.

2- Учитывается при определении номинальной мощности ДГА

Таблица 7

Нагрузка	Измеритель	Потребляемая мощность		
		Вт	вар	ВА
Лампочки табло ¹	стрелка	14	-	-
Контрольная цепь стрелочных электроприводов	стрелка	5	4	6,4
Обогрев контактов автопереключателя	стрелка	45	22	50
Лампы светофоров	Светофор	25	-	-
Маршрутные указатели на станции:				
До 140 стрелок	Пост ЭЦ	700	-	-
Свыше 140 стрелок	Пост ЭЦ	1400	-	-
Рельсовые цепи:				
Тепловозная тяга (С РЕЛЕ дсш-12)	Рельсовая цепь	20	22,5	30
Электротяга постоянного тока (с реле ДСШ-12)	Рельсовая цепь	66	53	84
Электротяга переменного тока	Рельсовая цепь	18	8,2	20

(25 Гц с реле ДСШ -13)				
Релейные шкафы входного светофора	Шкаф	95	60	113
Местное управление на станции свыше 80 стрелок	Пост ЭЦ	200	100	224
Выпрямители контрольной батареи 24 В, 30А на станции:				
До 40 стрелок (один выпрямитель)	Пост ЭЦ	480	640	800
40-100 стрелок (два выпрямителя)	Пост ЭЦ	1180	1180	1670
100-120 стрелок (два выпрямителя)	Пост ЭЦ	1400	1900	2300
120-140 стрелок (два выпрямителя)	Пост ЭЦ	1700	1700	2400
140-180 стрелок (два выпрямителя)	Пост ЭЦ	2140	2140	3000
180-200 (два выпрямителя)	Пост ЭЦ	2360	2360	3340
Выпрямитель безбатарейный 220В, 30 А стрелочный: ²				
При холостом ходе	Пост ЭЦ	240	860	900
При переводе стрелок на станции:				
До 80 стрелок	Пост ЭЦ	3600	1760	4000
Свыше 80 стрелок	Пост ЭЦ	5400	2640	6000

Пример производства расчета

Исходные данные:

Число стрелок на станции	70
Число светофоров	91
Число входных светофоров	2

Расчет:

Рельсовые цепи потребляют мощности

$$P_{pc} = 18 * 70 = 1260 \text{ Вт}$$

$$Q_{pc} = 8,2 * 70 = 574 \text{ вар}$$

$$S_{pc} \sqrt{1260^2 + 574^2} = 1285 \text{ ВА}$$

Потери в преобразователях частоты при нагрузке свыше 50%, КПД=0,55 и $\cos \varphi = 0,7$ составляют:

$$\Delta S = 1285 / 0,55 = 2518 \text{ ВА}$$

$$\Delta P = \Delta S * \cos \varphi = 2518 * 0,7 = 1763 \text{ Вт}$$

$$\Delta Q = \Delta S * \sin \varphi = 2518 * 07 = 1763 \text{ Bm}$$

С учетом потерь в преобразователях:

$$P_{o.pu} = 1260 + 1763 = 3023 \text{ Bm}$$

$$Q_{o.pu} = 574 + 1763 = 2337 \text{ вар}$$

$$S_{o.pu} = \sqrt{3023^2 + 2337^2} = 3821 \text{ BA}$$

Трансформатор от указанных свойств рассчитывается следующим образом:

$$P_{mc} = P_{ку} * N_{стр} + P_{обк} * N_{стр} + P_{вс} * N_{вс}$$

$$P_{mc} = 5 * 70 + 45 * 70 + 95 * 2 = 3690 \text{ Bm}$$

$$Q_{mc} = Q_{ку} * N_{стр} + Q_{обк} * N_{стр} + Q_{вс} * N_{вс}$$

$$Q_{mc} = 4 * 70 + 22 * 70 + 60 * 2 = 1940 \text{ вар}$$

$$S_{mc} = \sqrt{3690^2 + 1940^2} = 4169 \text{ BA}$$

Потери в трансформаторе при указанной нагрузке составляют: $\Delta P = 220 \text{ Вт}$; $\Delta Q = 975 \text{ вар}$

Потребляемая мощность с учетом потерь в трансформаторе:

$$P_{o.mc} = 3690 + 220 = 3910 \text{ Bm}$$

$$Q_{o.mc} = 1940 + 975 = 2915 \text{ вар}$$

Мощности потребляемые светофорами:

$$P_{св} = 21 * 91 = 1911 \text{ Bm}$$

$$Q_{св} = 6,8 * 70 = 476 \text{ вар}$$

На маршрутных указателях одновременно может гореть до 28 ламп мощностью 25Вт каждая. $P_{му} = 28 * 25 = 700 \text{ Bm}$

Приборы табло потребляют $P_m = 1200 \text{ Bm}$; $Q_m = 460 \text{ вар}$

Нагрузка на трансформаторы релейной панели составляет:

$$P_{pn} = P_{св} + P_{му} + P_m = 1911 + 700 + 1200 = 3811 \text{ Bm}$$

$$Q_{hg} = Q_{св} + Q_m = 476 + 460 = 936 \text{ вар}$$

Потери в трансформаторах релейной панели $P = 180 \text{ Bm}$; $Q = 250 \text{ вар}$

Общая нагрузка приборов релейной панели с учетом потерь в трансформаторах:

$$P_{o.pn} = 3811 + 180 = 3991 \text{ Bm}; Q_{o.pu} = 936 + 250 = 1186 \text{ вар}$$

Содержание отчета:

1. Ответы на поставленные вопросы
2. Схемы согласно варианта
3. Вывод

Практическая работа №5

Тема: Расчет нагрузки на трансформатор типа ОМ

Цель работы. Ознакомиться с работой и произвести расчет нагрузки на трансформатор типа ОМ.

Ход работы:

1. Ознакомиться с принципом работы различных систем питания..
3. Согласно варианта произвести расчет нагрузки.
4. Сделать вывод по выполненной работе.

Вопросы.

Произвести расчет рабочей и контрольной батарей для питания устройств МРЦ крупной станции, согласно варианта.

На станции установлены электроприводы с электродвигателями типа

МСП-0,25 напряжением 160В,

расчетный ток электродвигателя 2,4 А, $t_{пер} = 2.1^{\circ}\text{C}$, $I_p = 1,5 \text{ А}$; $I_z = 0,03 \text{ А}$; $I_{и} = 0,035 \text{ А}$.

Исходные данные по вариантам .

Исходные данные (вариант)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число стрелок (n)	100	110	115	120	125	130	135	140	150	145
Число переводов стрелок за 6 ч.(N)	21	22	24	25	25	26	28	27	31	30
Число нажатий кнопок за 6ч (m)	200	220	230	240	245	250	260	280	350	300
Число устанавливаемых маршрутов (Р)	18	20	23	25	30	32	35	42	48	45
Число повторителей контрольных реле, одновременно находящихся под током (К)	40	40	45	45	45	50	50	55	65	60

[illegible]

(P=25)Вт, U=12 В) (пл)										
Число контрольных ламп участков приближения и удаления(пуп)	8	8	8	8	8	8	12	12	16	16

По заданным данным произвести расчет:

1. Емкость рабочей батареи при батарейной системе питания;
2. Емкость контрольной батареи;
3. Емкость аккумуляторной батареи входного сигнала;
4. Мощность переменного тока, потребляемой устройствами электрической централизации.

Ход работы :

1. Изучить теоритический материал по теме .
2. Определить параметры расчета в соответствии с заданным вариантом.
3. Произвести расчет.
4. Сделать вывод по проделанной работе.

Методика проведения расчета :

Вопросы:

Произвести расчет рабочей и контрольной батарей для питания устройств МРЦ крупной станции, согласно варианта.

На станции установлены электроприводы с электродвигателями типа МСП-0,25 напряжением 160В,

расчетный ток электродвигателя 2,4 А, $t_{пер} = 2.1^{\circ}\text{C}$, $I_{п} = 1,5 \text{ А}$; $I_{з} = 0,03 \text{ А}$; $I_{и} = 0,035 \text{ А}$.

Исходные данные:

Число стрелок	130
Число переводов стрелок за 6 ч.(N)	26
Число нажатий кнопок за 6ч (m)	250
Число устанавливаемых маршрутов (P)	32
Число повторителей контрольных реле, одновременно находящихся под током(K)	50
Время занятия поездом участков приближения и удаления (t),ч	0,5
Число замыкающих реле на станции (n3)	130
Число повторителей замыкающих реле (nm)	52
Время работы приборов при нажатии кнопки (tv),с	20
Число выключающих реле (n)	70
Ток потребляемый прочими реле (Iu),А	0,015
Число прочих реле (Un),	52
Ток, потребляемый повторителем контрольного реле (I) А	0,02

Ток потребляемый одной лампой табло (I_p), А	0,035
Число контрольных лампочек красного огня входных светофоров (n_k)	2
Число контрольных ламп пригласительного огня входных светофоров ($n_{пр}$)	2
Число ламп аварийного освещения ($P=25$)Вт, $U=12$ В) (n_l)	5
Число контрольных ламп участков приближения и удаления (пуп)	8

По заданным данным произвести расчет:

1. Емкость рабочей батареи при батарейной системе питания;
2. Емкость контрольной батареи;
3. Емкость аккумуляторной батареи входного сигнала;
4. Мощность переменного тока, потребляемой устройствами электрической централизации.

1. Емкость рабочей батареи при батарейной системе питания:

$$Q_p = \frac{I_g t n N}{3000} = \frac{2.4 * 1.9 * 130 * 26}{3000} = 5.1$$

$$t_{pn} = \frac{t_b m}{3600} = \frac{20 * 250}{3600} = 1.4$$

$$Q_p = \frac{I_g t n N + t_b m (I_p k + I_n)}{3600} = \frac{2.4 * 1.9 * 130 * 26 + 20 * 250 * (0.02 * 50 + 1.5)}{3600} = 7.7$$

$$I_{раз\max} = n_o I_n + I_n + I_p k = 5 * 1.5 + 1.5 + 1.5 * 0.02 * 50 = 10 \text{ А}$$

2. Емкость контрольной батареи:

$$Q_k = (I_3 n_3 + I_{n3} n_{n3} + I_u n_u) t_p + I_n n_n t_u$$

$$Q_k = (0.03 * 130 + 0.03 * 52 + 0.035 * 70) * 2 + 0.015 * 91 * 2 = 18.55$$

n_n – количество прочих реле (принимается равным 30-40 на каждые 50 стрелок)

130 стрелок, след $n_n = 91$

$$I_{k.\max} = I_3 n_3 + I_{n3} n_{n3} + I_u n_u + I_n n_n + I_y (n_k + n_{np} + n_{yn}) + I_l n_l \text{ А}$$

$$I_{k.\max} = 0.03 * 130 + 0.03 * 52 + 0.035 * 70 + 0.015 * 91 + 0.035 * (2 + 2 + 8) + 2.08 * 4 = 25.9 \text{ А}$$

3. Емкость аккумуляторной батареи входного сигнала:

$$Q_{bc} = I_p n_p t_p + I_{nk} t_p + I_{лб} t_{лб}$$

$$Q_{bc} = 0.02 * 2 * 12 + 2.1 * 2.5 = 5.73$$

$I_{лк}$ – ток, потребляемый лампой красного огня ($P=25$ Вт, $U=12$ В); след $I_{лк} = P/U = 25/12 = 2,1 \text{ А}$

$$I_{раз} = I_p n_p + I_{лк} + I_{лб} = 0.02 * 2 + 2.1 + 2.1 = 4.24 A$$

4. Мощность переменного тока, потребляемой устройствами электрической централизации:

Рельсовые цепи потребляют мощности

$$P_{рц} = 18 * 130 = 2340 Bm$$

$$Q_{рц} = 8,2 * 130 = 1066 вар$$

$$S_{рц} = \sqrt{2340^2 + 1066^2} = 2571 BA$$

Потери в преобразователях частоты при нагрузке свыше 50%, КПД=0,55 и $\cos \varphi = 0,7$ составляют:

$$\Delta S = 2571 / 0.55 = 4675 BA$$

$$\Delta P = \Delta S * \cos \varphi = 4675 * 0,7 = 3273 Bm$$

$$\Delta Q = \Delta S * \sin \varphi = 4675 * 0,7 = 3273 Bm$$

С учетом потерь в преобразователях:

$$P_{о.рц} = 2340 + 3273 = 5613 Bm$$

$$Q_{о.рц} = 1066 + 3273 = 4339 вар$$

$$S_{о.рц} = \sqrt{5613^2 + 4339^2} = 7095 BA$$

Трансформатор от указанных свойств рассчитывается следующим образом:

$$P_{mc} = P_{ку} * N_{стр} + P_{обк} * N_{стр} + P_{вс} * N_{вс}$$

$$P_{mc} = 5 * 130 + 45 * 130 + 95 * 2 = 6690 Bm$$

$$Q_{mc} = Q_{ку} * N_{стр} + Q_{обк} * N_{стр} + Q_{вс} * N_{вс}$$

$$Q_{mc} = 4 * 130 + 22 * 130 + 60 * 2 = 3500 вар$$

$$S_{mc} = \sqrt{6690^2 + 3500^2} = 7550 BA$$

Потери в трансформаторе при указанной нагрузке составляют: $\Delta P = 220 Bm$; $\Delta Q = 975 вар$

Потребляемая мощность с учетом потерь в трансформаторе:

$$P_{о.mc} = 6690 + 220 = 6910 Bm$$

$$Q_{о.mc} = 3500 + 975 = 4475 вар$$

Содержание отчета:

1. Ответы на поставленные вопросы
2. Схемы согласно варианта
3. Вывод.

Список используемых источников

1 Конспект лекций по ПМ02 «Техническое обслуживание устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) 2023

Раздел 2 «Построение электропитающих устройств систем СЦБ и ЖАТ.

2 Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ. ЦШ-530-15. – М., 2015 от 15.12.2015 №2933р

3 Системы и устройства железнодорожной автоматики и телемеханики. Порядок ввода в эксплуатацию. СТО РЖД 19.002-2011. – М., 2012.

4 Типовая инструкция по охране труда для электромеханика и электромонтера сигнализации, централизации, блокировки и связи. ЦШ-282р. М.: 2022.

5 Устройства СЦБ. Технологические карты.

6 Инструкция по технической эксплуатации устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) ЦШ-286р; утв. и введена в действие Распоряжением ОАО «РЖД» от 20.12.2015 г. М.: ОАО «РЖД», 2022.