

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВПО РГУПС)**  
**Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта**  
**(ТТЖТ - филиал РГУПС)**

Ивакин О.Е.

**Методические указания для выполнения практических и**  
**лабораторных занятий**

ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава  
МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава  
тема 1.5 Электрическое оборудование вагонов  
по специальности  
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по  
Учебной работе  
Н.Ю. Шитикова



01 / 09 2015 г.

Методические указания для выполнения практических и лабораторных занятий по ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава теме 1.5 Электрическое оборудование вагонов по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог составлены в соответствии с рабочей учебной программой профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава

Организация разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС).

Разработчик:

О.Е.Ивакин – преподаватель ТТЖТ – филиал РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией № 9 «Специальность 23.02.06»

Протокол заседания № 1 от 01 сентября 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Практическое занятие № 1-9	6
Пример выполнения практической работы	16
Список литературы	37

## ПОЯНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическое пособие по проведению практических занятий разработано на основании рабочей программы по теме «*Электрическое оборудование вагонов*» и направлено на формирование общих и профессиональных компетенций. В пособии представлены методические рекомендации к проведению практических занятий, позволяющих усвоить основные понятия, цели и задачи будущего специалиста вагонного хозяйства.

Выполнение обучающимися практических занятий проводится с целью:

- формирования практических умений в соответствии с требованиями к уровню подготовки обучающихся, установленными рабочей программой учебной дисциплины:

- обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний;

- совершенствования умений применять полученные знания на практике, реализации единства интеллектуальной и практической деятельности;

- развития интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных;

- выработки таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива при решении поставленных задач при освоении общих компетенций.

Содержание практических занятий по дисциплине охватывает круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная тема. Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений как профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в профессиональной деятельности), так и учебных (умений решать поставленные задачи).

Студенты предварительно должны подготовиться к занятию: изучить содержание работы, порядок ее выполнения, повторить теоретический материал, связанный с данной работой.

Для закрепления знаний теоретического материала в каждом занятии имеются контрольные вопросы, на который студенты должны дать письменный ответ.

По каждой выполненной работе студенты составляют отчет с последующей его защитой и получением зачета.

Все виды работ должны проводиться с соблюдением требований охраны труда, промышленной санитарии и пожарной безопасности студентами, прошедшими специальное обучение и инструктаж.

Конструкция технологического оборудования должна соответствовать общим требованиям безопасности и общим эргономическим требованиям.

Методическое пособие носит рекомендательный характер для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (*Вагоны*) и не исключает инициативы преподавателей по совершенствованию тем, форм и методов проведения практических занятий.

**В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НЕОБХОДИМО:**

- воспользоваться опорными конспектами лекций;
- в случае затруднения выполнения практических и лабораторных работ воспользоваться литературой указанной в методической разработке.;
- обратиться за индивидуальной помощью к преподавателю.

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПАКЕТНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**  
**ОБОРУДОВАНИЕ**

Исследовать конструкцию и работу пакетного выключателя

Пакетный выключатель

## ХОД РАБОТЫ.

- 1.1. Назначение коммутационной аппаратуры
- 1.2. Классификация коммутационной аппаратуры
- 1.3. Конструкция пакетного выключателя со скользящими контактами
- 1.4. Конструкция пакетного выключателя кулачкового типа

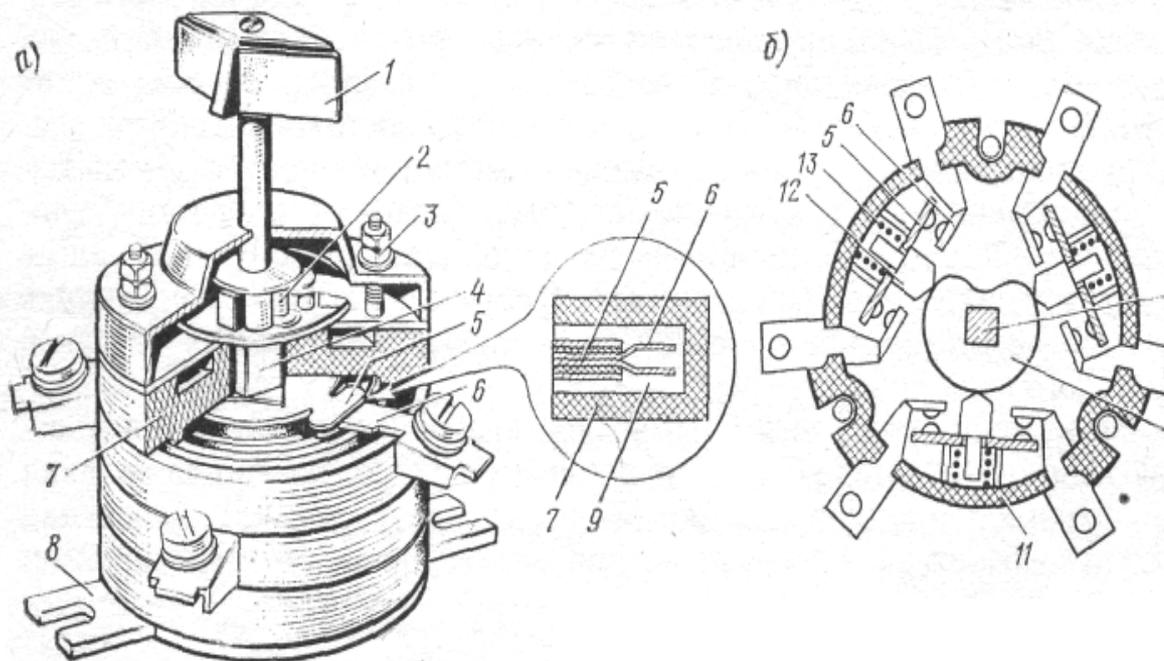


Рисунок .Конструкция пакетного переключателя со скользящими контактами и кулачкового типа

					ЛР.23.02.06. . .01			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ	Литер	Лист	Листов
Разраб.								

Пров.	Ивакин О.Е.			ПАКЕТНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	У	1
Консул					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС зр. В-3-1	
Н. контр						
Утв.						

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ КОНТАКТОРА

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**  
**ОБОРУДОВАНИЕ**  
**ХОД РАБОТЫ.**

Исследовать конструкцию и работу контактора с поворотной системой

Контактора с поворотной системой

- 1.1. Дайте классификацию магнитных пускателей.
- 1.2. По представленному рисунку опишите конструкцию контактора с поворотной системой.
- 1.3. Опишите принцип работы контактора с поворотной системой.

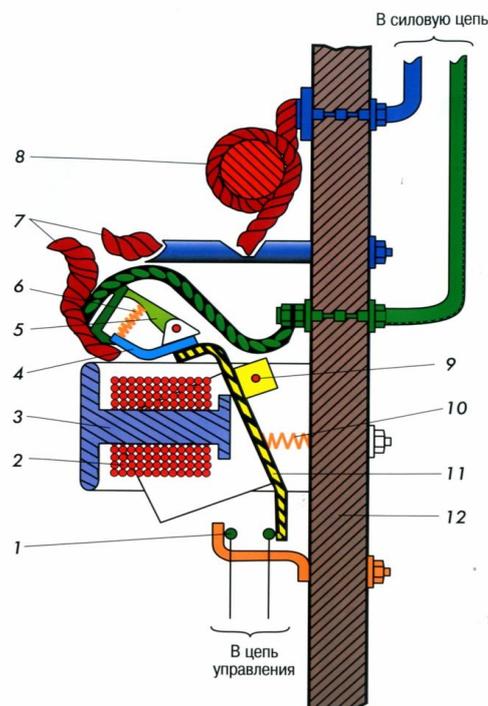


Рисунок. Конструкция контактора с поворотной системой

					ЛР.23.02.06.	. .02
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Разраб.				ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ КОНТАКТОРА	Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е.				У	1	
Консул					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС		
Н. контр					гр. В-3-1		
Утв.							

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО И РЕГУЛИРУЕМОГО ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Исследовать конструкцию и работу нерегулируемого и регулируемого теплового реле.

**ОБОРУДОВАНИЕ**

Нерегулируемое и регулируемое тепловое реле

**ХОД РАБОТЫ.**

- 1.1. Дайте назначение токовых реле.
- 1.2. По представленной схеме (рис.а) опишите конструкцию и принцип работы нерегулируемого реле
- 1.3. По представленной схеме (рис.б) опишите конструкцию и принцип работы регулируемого реле.

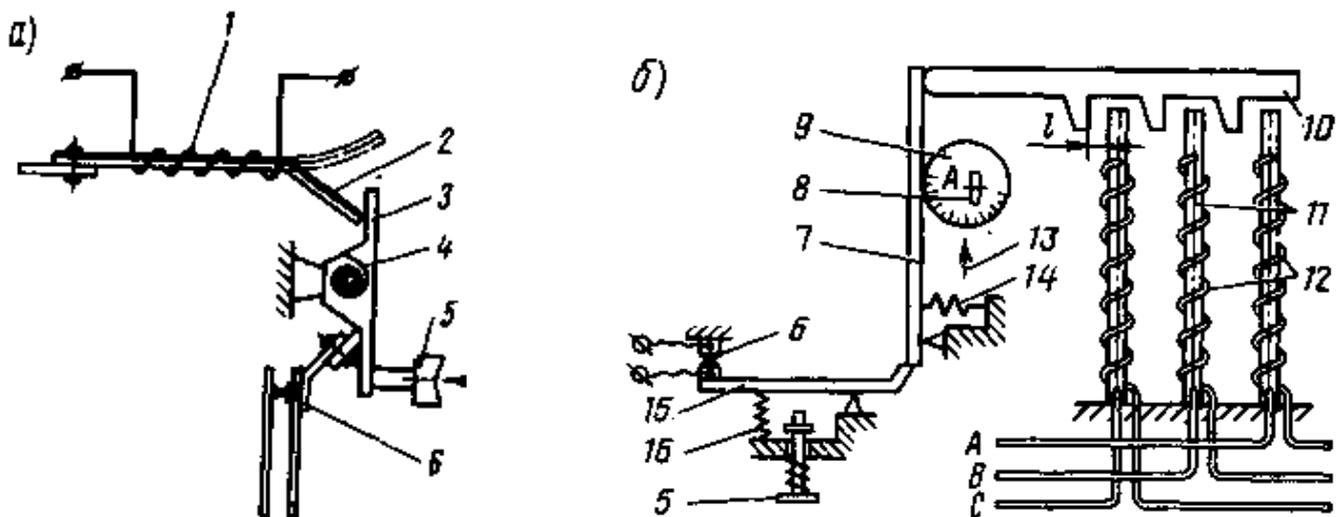


Рисунок Схема нерегулируемого(а) и регулируемого(б) теплового реле

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ НЕРЕГУЛИРУЕМОГО И РЕГУЛИРУЕМОГО ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ.	Литер	Лист	Листов
Разраб.						У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-3-1		
Консул								
Н. контр								
Утв.								

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАСТРОЙКА ТОКОВОГО РЕЛЕ С ТЕПЛОВЫМ И МАКСИМАЛЬНЫМ РАСЦЕПИТЕЛЕМ.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать конструкцию и настройки токового реле с тепловым и максимальным расцепителем.

## ОБОРУДОВАНИЕ

Токовое реле.

## ХОД РАБОТЫ.

- 1.1. Опишите поэлементно конструкцию токового реле..
- 1.2. По представленной схеме опишите принцип работы токового реле с тепловым и максимальным расцепителем.

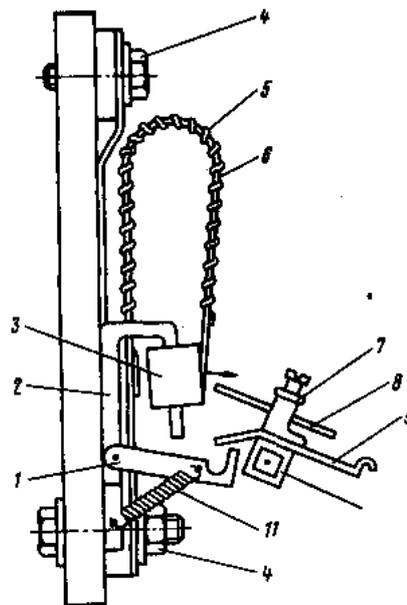


Рисунок Схема токового реле с тепловым и максимальным расцепителем.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И НАСТРОЙКА ТОКОВОГО РЕЛЕ С ТЕПЛОВЫМ И МАКСИМАЛЬНЫМ РАСЦЕПИТЕЛЕМ	Литер	Лист	Листов
Разраб.						У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС зр. В-3-1		
Консул								
Н. контр								
Утв.								

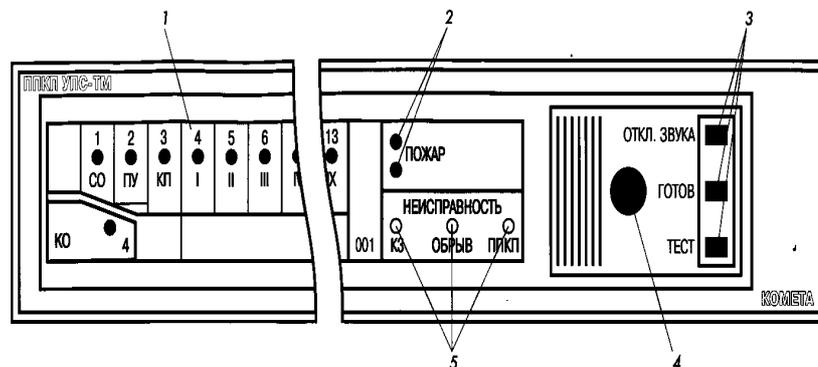
# ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ДЕЙСТВИЯ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Изучить принцип работы ППКП «Комета»

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Стенд «Распределительный щит  
пассажирского вагона» и  
«ППКП Комета»

## ХОД РАБОТЫ.

1. Описать устройство пожарной сигнализации пассажирского вагона.
2. Описать принцип работы пожарной сигнализации пассажирского вагона.



3. Описать действия проводников пассажирских вагонов при возникновении очага пожара.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ДЕЙСТВИЯ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ</b>	Литер	Лист	Листов
Разраб.						У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС зр. В-3-1		
Н. контр								
Утв.								

# ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ДЕЙСТВИЯ СКНБ

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить принцип работы сигнализации  
контроля нагрева буксового узла

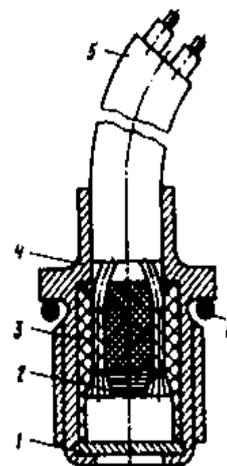
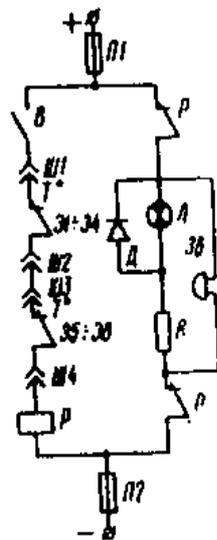
## ОБОРУДОВАНИЕ:

Стенд « Распределительный щит  
пассажирского вагона »

## ХОД РАБОТЫ.

5. Описать устройство сигнализации контроля нагрева буксового узла пассажирского вагона.

6. Описать принцип работы сигнализации контроля нагрева буксового узла пассажирского вагона.



7. Описать действия проводников пассажирских вагонов при срабатывания сигнализации контроля нагрева буксового узла пассажирского вагона.

8. Сделать вывод о проделанной работе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРОВЕРКА ДЕЙСТВИЯ СКНБ	Литер	Лист	Листов
Разраб.						У	1	3
Пров.	Ивакин О.Е					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС зр. В-3-1		
Н. контр								
Утв.								

# *ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЩИТА ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА*

***ЦЕЛЬ РАБОТЫ:*** Изучить принцип работы  
распределительного щита пассажирского вагона

***ОБОРУДОВАНИЕ:*** Стенд « Распределительный щит  
пассажирского вагона »

## *ХОД РАБОТЫ.*

1. Рассказать назначение распределительных устройств и общие сведения о системе электроснабжения ЭВ-10.02.20

( сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

2. Осуществить правильный прием пассажирского вагона в эксплуатацию. ( электрооборудования )

( сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

3. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания сигнализации наличия замыкания плюсовых проводов

на корпус вагона и принять меры к устранению неисправности электрооборудования.

( сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

4. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания, защиты генератора по высокому напряжению и принять меры к устранению неисправности электрооборудования ( сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

5. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания сигнализации контроля нагрева букс и принять меры к устранению неисправности.

( сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>					ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЩИТА ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА	<i>Литер</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>	<i>Ивакин О.Е</i>					<i>У</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>Н. контр</i>						ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС зр. В-3-1		
<i>Утв.</i>								



# ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

Изучить порядок технического обслуживания электрических аппаратов

**ОБОРУДОВАНИЕ:**

Электрооборудования пассажирского вагона

**ХОД РАБОТЫ.**

1. Опишите порядок обслуживания электрических аппаратов при ТО 1.
2. Опишите порядок обслуживания электрических аппаратов при ТО 2.
3. Опишите порядок обслуживания электрических аппаратов при ТО 3.

					<b>ЛР.23.02.06. . .08</b>		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.				ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ	Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е				У	1	3
Н. контр					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-3-1		
Утв.							

# ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Изучить порядок технического обслуживания низковольтного оборудования

**ОБОРУДОВАНИЕ:** Электрооборудования пассажирского вагона

## ХОД РАБОТЫ.

1. *Опишите* техническое обслуживание вентиляционных устройств, отопления, кондиционирования воздуха и преобразователей
2. *Опишите* техническое обслуживание устройств освещения и сигнализации и элементов электрической сети

					<b>ЛР.23.02.06. . .08</b>		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.				ПОРЯДОК ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	Литер	Лист	Листов
Пров.	Ивакин О.Е				У	1	3
Н. контр					ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-3-1		
Утв.							

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ  
И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ КОНТАКТОРА

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ**  
**ОБОРУДОВАНИЕ**  
**ХОД РАБОТЫ.**

Исследовать конструкцию и работу контактора с поворотной системой

Контактора с поворотной системой

- 1.1. Дайте классификацию магнитных пускателей.
- 1.2. По представленному рисунку опишите конструкцию контактора с поворотной системой.
- 1.3. Опишите принцип работы контактора с поворотной системой.

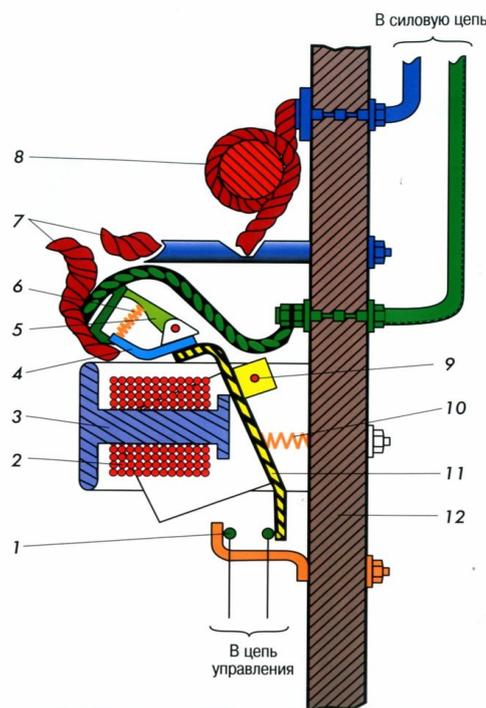


Рисунок. Конструкция контактора с поворотной системой

					ЛР.23.02.06. . .02		
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Литер	Лист	Листов
Разраб.					У	1	
Пров.	Ивакин О.Е.				ТТЖТ-ФИЛИАЛ РГУПС гр. В-3-1		
Консул							
Н. контр							
Утв.					ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ КОНТАКТОРА		

Магнитные пускатели представляют собой электромагнитный аппарат, используемый для дистанционного включения силовых цепей. Различают магнитные пускатели с поворотной и прямоходовой магнитной системой, а также переменного и постоянного тока. Магнитные пускатели с вспомогательными контактами (блок-контактами), устройствами для гашения дуги (дугогасительные камеры,.) принято называть контакторами.

Магнитный пускатель переменного тока (контактор) с поворотной системой состоит (рис.) из электромагнита 3, якоря 11, возвратной пружины 10, главных контактов 7 и блок-контактов 1. Все части контактора укреплены на панели 12. При подаче напряжения на катушку 2 электромагнита якорь 11 поворачивается на оси 9 и замыкает (или размыкает) главные 7 и блок-контакты 1. При размыкании цепи катушки 2 пружина 10 оттягивает якорь от сердечника электромагнита, что приводит к размыканию (или замыканию) главных и блок-контактов. Ток к подвижному контакту подводится по гибкому проводнику в обход шарнирных соединений контактной системы. Для ускорения гашения дуги, возникающей при размыкании главных контактов, имеется дугогасительная катушка 8. При прохождении электрического тока через силовые контакты ах поверхности нагреваются и окисляются и повышается переходное сопротивление в месте соприкосновения подвижного контакта с неподвижным. Увеличение переходного сопротивления способствует еще большему нагреву, в результате чего температура контакта может достигнуть недопустимой величины. Кроме того, электрическая дуга, появляющаяся при размыкании контактов, может привести к обгоранию и разрушению их поверхности.

Чем быстрее разъединяются контакты контактора, тем меньше энергии успевает выделиться в дуге, быстрее гаснет дуга и соответственно меньше изнашиваются контакты. Поэтому для улучшения действия контакторов их снабжают сильной отключающей пружиной 10, обеспечивающей резкое разъединение контактов. Кроме того, в контакторах, размыкающих токи свыше 10-15 А, место контакта, на котором образуется электрическая дуга, удалено от места, через которое длительно проходит ток после окончания процесса включения. Это достигается взаимным перекачиванием контактов, для чего их контактными поверхностями придается выпуклая форма. Чтобы не допустить возрастания переходного сопротивления контактов вследствие окисления их поверхности, контакты в процессе включения и выключения должны также скользить друг по другу для зачистки контактных поверхностей от окисной пленки, нагара и загрязнений.

					<i>ЛР.23.02.06. . .02</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		2

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

- По назначению коммутационная аппаратура делится на две группы:
- аппараты для непосредственного включения, выключения или переключения электрических цепей (различные выключатели, переключатели, рубильники, кнопки). Эти аппараты приводятся в действие непосредственно обслуживающим персоналом (имеют ручной привод) и размещаются, как правило, в служебных помещениях на распределительных щитах и панелях;
- аппараты для дистанционного включения, выключения или переключения электрических цепей (контакторы и реле). Эти аппараты имеют электромагнитный привод, т. е. приводятся в действие путем замыкания или размыкания электрической цепи, в которую включены обмотки их электромагнитов, при помощи кнопок, выключателей или защитной аппаратуры. Аппараты этой группы могут быть установлены на значительном расстоянии от служебных помещений там, где это удобно, из условий монтажа соответствующих электрических цепей
- . На вагонах для осуществления переключений в цепях постоянного и переменного тока при номинальных токах до 100 А применяют пакетные выключатели и переключатели. Разнообразие их конструкций позволяет осуществлять различные соединения в электрических схемах. Они широко используются в качестве пускателей для электрических двигателей небольшой мощности (двигатели вентиляторов, насосов и пр.), групповых выключателей цепей освещения, переключателей в схемах автоматики,
- сигнализации и пр. Выключатели и переключатели этого типа выполнены в виде отдельных пакетов, каждый из которых образует один полюс цепи выключателя.
- Пакетные выключатели могут иметь различную конструкцию. В выключателе со скользящими контактами пакет состоит из неподвижного контакта 6 (рис. а), смонтированного на изоляторе 7, и подвижных упругих контактов 5, связанных с изолированным валом 4 выключателя. В пакетных выключателях применены скользящие контакты, соприкасающиеся друге другом по плоскости. При повороте рукоятки 1 выключателя подвижные контакты 5 обжимают с обеих сторон неподвижные контакты 6. Каждый полюс производит двойной разрыв электрической цепи со значительной скоростью переключения, которая обеспечивается мощной пружиной 2. Возникшая дуга гасится в закрытой камере 9, образованной дугогасительными фибровыми шайбами, установленными с торцов изоляторов 7.

Такая конструкция создает возможность отключать значительные токи переключателем, имеющим сравнительно небольшие размеры. Отдельные пакеты собираются на стяжных шпильках 3, укрепленных на скобе 8, с помощью которой крепится аппарат.

- Выключатели и переключатели снабжены механизмом мгновенного переключения, выполненным в виде поводка, связанного с пружиной 2, поэтому скорость переключения подвижных контактов не зависит от частоты вращения рукоятки. Все выключатели и переключатели имеют по два или по четыре фиксированных положения, определяемых установкой фиксирующих выступов на их крышках. Пакетные переключатели этого типа позволяют произвести до 10 000—20 000 переключений.

- Большое количество переключений (до 100 000) обеспечивают пакетные переключатели кулачкового типа. В этих переключателях (рис. , б) каждый пакет образует три полюса, т. е. в нем расположены три пары неподвижных контактов 6 и три подвижных контакта 5 мостикового типа. На изолированном валу 4 насажены фигурные кулачки 10 по одному на пакет. Контакты 5 и 6 замыкаются, если выступ кулачка 10 набегает на шток 12. Когда конец штока 12 попадает во впадину кулачка, контакты замыкаются под действием пружины 13. Внешняя сеть подключается к выводам неподвижных контактов. Пакеты закрываются корпусом 11 из изоляционного материала.

- Плавкие предохранители состоят из корпуса (патрона), металлической плавкой вставки и контактного устройства. Плавкая вставка изготавливается из легкоплавкого металла (чаще из цинка или луженой меди) в виде калиброванной проволоки или пластины. Она включается последовательно в защитную электрическую цепь и рассчитывается на определенную величину тока. При перегрузках и коротких замыканиях температура нагрева превышает температуру плавления, вставка плавится и разрывает (обесточивает) цепь. В вагонах применяют предохранители трубчатого и пробочного типов, а для защиты электрических цепей с небольшими токами (до 5 А) - предохранители типа ПК с держателями ДПК-1 или ДПК-2.

- Автоматические выключатели так же, как и предохранители с плавкой вставкой, служат для защиты электрических цепей от токов перегрузки и коротких замыканий. Эти аппараты имеют тепловой и электромагнитный расцепители. От теплового расцепителя автоматический выключатель срабатывает с определенной

выдержкой времени при возникновении перегрузки, а от электромагнитного - мгновенно при коротком замыкании в цепи.

- Автоматические выключатели производства Польши включаются и выключаются с помощью кнопок, Германии и отечественные - с помощью рукоятки, причем первые имеют два положения: «включено» - 1 и «выключено» - 0, а вторые три положения: ВКЛ - 0 - ОТКЛ. В случае автоматического срабатывания отечественного выключателя типа А63-МГ его рукоятку ставят в среднее положение 0. При отключении ручную рукоятку ставят в нижнее положение ОТКЛ. Для восстановления выключателя после автоматического отключения необходимо перевести рукоятку из среднего положения сначала в нижнее, обеспечив фиксацию защелки, а затем в верхнее положение ВКЛ.

- Автоматические выключатели Польши и отечественные используются как и коммутационные аппараты для включения и отключения потребителей.

- Реле максимального напряжения (РМН) играет роль защиты сети от превышения напряжения, которое может возникнуть вследствие неисправности регулятора напряжения генератора, обрыва цепи аккумуляторной батареи и в других аварийных случаях.

- В зависимости от типа вагона и года его постройки РМН имеют различное конструктивное исполнение. Однако все типы реле при срабатывании в случае превышения напряжения в сети воздействуют на цепь возбуждения генератора и отключают его.

- На отечественных вагонах в качестве РМН с 1958 г. использовалось электромагнитное реле типа Р-106. Опыт эксплуатации этого реле показал, что в некоторых случаях наблюдался «звонковый» режим его работы. Поэтому с 1966 г. вместо одного реле устанавливают два электромагнитных реле измерительное и исполнительное. Причем с 1975 г. с целью повышения эффективности защиты вместо измерительного электромагнитного реле применяют электронный полупроводниковый блок, имеющий два измерительных канала: с выдержкой времени (уставка превышает номинальное напряжение 15-20%) и без выдержки времени (уставка превышает напряжение на 30-40%).

- На вагонах Польши измерительная часть защиты от превышения напряжения - полупроводниковая без выдержки времени, а исполнительная электромагнитное реле. На вагонах Германии защита выполняется с помощью

электромагнитного поляризованного реле, которое восстанавливается только при неработающем генераторе.

- В настоящее время все вагоны поставляются с электронными РМН.
- Реле пониженного (минимального) напряжения (РПН)
- срабатывает при понижении напряжения аккумуляторной батареи до наименьшей допустимой величины, отключая все потребители, кроме аварийного освещения и сигнализации (на некоторых вагонах постройки до 1969 г. отключается только установка кондиционирования воздуха).

- РПН так же, как и РМН, имеют различные конструктивные исполнения. На вагонах отечественной постройки и постройки Венгрии защита от понижения напряжения осуществляется электромагнитным реле, восстановление которого производится вручную, когда аккумуляторная батарея получит определенный заряд и ее напряжение повысится до номинальной величины.

- На вагонах постройки Германии и Польши защита осуществляется специальным блоком контроля понижения напряжения аккумуляторной батареи, который состоит из электромагнитного реле и полупроводникового блока управления, обеспечивающего выдержку времени (до 5-8 с) при включении мощных потребителей и автоматическое восстановление защиты при достижении напряжения батареи номинального значения.

- Замену предохранителей, включение автоматических выключателей после их срабатывания, восстановление РМН, РПН и других видов защиты производят ПЭМ или НП. Восстанавливать любую защиту разрешается только после выявления и устранения причины ее срабатывания.

- Контактор - аппарат, который служит для дистанционного и автоматического включения и отключения электрических цепей с большими величинами тока нагрузки. Контакторы бывают постоянного и переменного тока, рассчитанные на низкое напряжение (до 1000 В) или на высокое напряжение (свыше 1000 В).

- Реле аппарат, который замыкает одни (замыкающие) и размыкает другие (размыкающие) контакты под действием различных факторов: при подаче напряжения на катушку (промежуточные реле), увеличении тока в цепи катушки сверх заданной величины (токовое реле), повышении и понижении контролируемой температуры относительно заданной величины (температурные реле) и т.д. Реле различаются количеством и мощностью замыкающих и размыкающих контактов.

- Промежуточные реле применяются в автоматических цепях управления вентиляцией вагона, аварийного освещения, контроля букс и др. Они срабатывают при подаче напряжения на его катушку, в результате чего якорь притягивается к сердечнику, замыкающие контакты замыкаются, а размыкающие размыкаются.

- Дифференциальные реле реагируют на разность двух параметров, например, токов, поступающих от двух контролируемых объектов.

- Поляризованные реле отличаются быстроедействием, высокой чувствительностью и способностью реагировать на напряжение тока в катушке, что достигается при включении в его магнитную цепь постоянного (поляризующего) магнита. Численное значение параметра, на которое настраивается реле и при котором срабатывает, называется уставкой реле.

- Тепловые реле применяют для защиты от чрезмерных перегрузок двигателей компрессоров, вентиляторов, насосов отопления и других потребителей. Измерительным органом теплового реле служит биметаллическая пластина, которая при нагреве изгибается и переводит контактную систему в отключенное или включенное состояние. Реле возвращается в исходное положение тогда, когда биметаллическая пластина остынет. В некоторых вариантах тепловые реле не имеют самовозврата, и переход его в исходное положение осуществляется вручную с помощью кнопки или рычага возврата.

- Тепловые реле могут непосредственно встраиваться в контакторы или в магнитные пускатели.

Магнитные пускатели представляют собой электромагнитный аппарат, используемый для дистанционного включения силовых цепей. Различают магнитные пускатели с поворотной и прямоходовой магнитной системой, а также переменного и постоянного тока. Магнитные пускатели с вспомогательными контактами (блок-контактами), устройствами для гашения дуги (дугогасительные камеры,.) принято называть контакторами.

Магнитный пускатель переменного тока (контактор) с поворотной системой состоит (рис.) из электромагнита 3, якоря 11, возвратной пружины 10, главных контактов 7 и блок-контактов 1. Все части контактора укреплены на панели 12. При подаче напряжения на катушку 2 электромагнита якорь 11 поворачивается на оси 9 и замыкает (или размыкает) главные 7 и блок-контакты 1. При размыкании цепи катушки 2 пружина 10 оттягивает якорь от сердечника электромагнита, что приводит к размыканию (или замыканию) главных и блок-контактов. Ток к подвижному контакту

подводится по гибкому проводнику в обход шарнирных соединений контактной системы. Для ускорения гашения дуги, возникающей при размыкании главных контактов, имеется дугогасительная катушка 8. При прохождении электрического тока через силовые контакты их поверхности нагреваются и окисляются и повышается переходное сопротивление в месте соприкосновения подвижного контакта с неподвижным. Увеличение переходного сопротивления способствует еще большему нагреву, в результате чего температура контакта может достигнуть недопустимой величины. Кроме того, электрическая дуга, появляющаяся при размыкании контактов, может привести к обгоранию и разрушению их поверхности.

Чем быстрее разъединяются контакты контактора, тем меньше энергии успевают выделиться в дуге, быстрее гаснет дуга и соответственно меньше изнашиваются контакты. Поэтому для улучшения действия контакторов их снабжают сильной отключающей пружиной 10, обеспечивающей резкое разъединение контактов. Кроме того, в контакторах, размыкающих токи свыше 10-15 А, место контакта, на котором образуется электрическая дуга, удалено от места, через которое длительно проходит ток после окончания процесса включения. Это достигается взаимным перекачиванием контактов, для чего их контактными поверхностями придается выпуклая форма. Чтобы не допустить возрастания переходного сопротивления контактов вследствие окисления их поверхности, контакты в процессе включения и выключения должны также скользить друг по другу для зачистки контактных поверхностей от окисной пленки, нагара и загрязнений.

Токореле во взаимодействии с контакторами защищают (отключают) потребители электроэнергии (двигатели, трансформаторы, нагреватели и т. д.) от длительных относительно небольших перегрузок, а также от мгновенных бросков тока (коротких замыканий). От длительных перегрузок потребители защищены тепловыми расцепителями, от мгновенных бросков тока - максимальными разделителями. Последние могут отсутствовать, а токореле в этом случае называют тепловым реле.

Тепловые реле могут быть регулируемы по току нагрузки и нерегулируемы, а также с блокировкой от повторного включения и без нее.

Нерегулируемое тепловое реле имеет в каждой фазе нагревательный элемент / (рис.а), биметаллическую пластину 2 и контактную систему. Нагревательный элемент включается последовательно в силовую цепь двигателя, а контакты 6 - в цепь катушки контактора, включающего двигатель. При нормальной нагрузке биметаллическая пластина упирается в защелку рычага 3, нижнее плечо которого замыкает контакты реле. Когда ток в нагревательном элементе превышает допустимое значение, биметаллическая пластина 2 нагревается и изгибается в сторону металла с меньшим коэффициентом теплового расширения. Рычаг 3 под действием пружины 4 поворачивается, контакты реле размыкаются и блокируются в выключенном положении. Для включения реле после того, как остынет биметаллическая пластина, нажимают на кнопку 5 возврата.

Регулируемое тепловое реле также имеет биметаллические пластины *И* (рис.б), изгибающиеся при нагреве спиралью 12, по которым протекает ток нагрузки, подводимый по трехфазному вводу (провода *A*, *B*, *C*). Пластины *И* одновременно служат проводниками, к которым подсоединена цепь, питающая потребители. Если ток нагрузки превышает допустимое значение, биметаллические пластины нагреваются и их верхняя часть отгибается влево. При этом перемещается планка 10, изготовленная из текстолита или гетинакса, и освобождает защелку 15, которая под действием пружины 16 поворачивается против часовой стрелки и размыкает контакты 6 цепи питания тяговой катушки контактора, отключая его. Чтобы вновь включить контактор, когда остынут

биметаллические пластины, нажимают кнопку возврата 5. При этом промежуточная планка 7 под действием пружины 14 и защелки 15 возвращается в исходное положение.

Ток срабатывания теплового реле регулируется эксцентриковой шайбой 9 со шкалой, отградуированной в амперах. Регулируя тепловое реле, в вырез 8 вставляют шлиц отвертки и, поворачивая шайбу 9, устанавливают необходимую отметку шкалы (соответствующую определенному значению тока срабатывания) против отметки 13. Ток срабатывания зависит от зазора между запяточником планки 10 и верхним краем ненагретой биметаллической пластины II теплового реле. Некоторые реле вместо выреза 8 имеют регулировочные головки.

Нагревательный элемент и биметаллическая пластина обладают определенной теплоемкостью, поэтому тепловое реле срабатывает не сразу, а с некоторой выдержкой времени, определяемой характеристикой реле.

Кратковременные броски тока при пуске электродвигателей не вызывают срабатывания реле, так как биметаллические пластины не успевают прогреться. Однако, если перегрузка будет продолжаться длительное время, реле отключит двигатель. Таким образом, тепловое реле защищает от перегрузок электродвигатели, температура которых достигает предельного значения, тем быстрее, чем больше перегрузка. При этом характеристика теплового реле подбирается так, чтобы она полностью соответствовала допускаемой перегрузке электродвигателя, т. е. наивыгоднейшим условиям работы.

Токовое реле в дополнение к тепловому расцепителю может иметь максимальный расцепитель, который представляет собой электромагнит (рис), состоящий из неподвижного сердечника 2, катушки 3 и якоря 1. Катушка включается последовательно с нагревательным элементом 5 и биметаллической пластиной 6 в силовую цепь через зажимы 4. При коротком замыкании и резком броске тока якорь 1 преодолевая усилие пружины 11, притягивается к сердечнику и с помощью поводка 9 поворачивает валик 10, который размыкает контакты реле. При небольших длительных перегрузках в токовом реле срабатывает тепловой расцепитель - нагревательный элемент и биметаллическая пластина, которая, изгибаясь, действует на стержень 8, укрепленный с помощью винта 7 на кронштейне валика 10.

Ток нагрузки теплового разделителя регулируют изменением зазора между свободным концом пластины 6 и стержнем 8, который может передвигаться в кронштейне валика 10; ток срабатывания максимального расцепителя - отгибанием поводка 9. Максимальный расцепитель можно регулировать на ток, в 3-5 раз больший тока уставки теплового расцепителя.

Для компенсации температурных колебаний в токовом реле устанавливают специальные биметаллические пластины, которые изготавливают из различных сплавов (медь, никелевые стали). Такие расцепители практически не изменяют свою характеристику при колебаниях температуры наружного воздуха от 5 до 35 °С.

#### Сигнализации контроля нагрела букс

- Сигнализации контроля нагрела букс (СКНБ) служит для повышения безопасности движения поезда. Она позволяет постоянно контролировать нагрев букс

и предупреждать аварии в результате перегрева и разрушения роликовых подшипников. В случае перегрева подшипника какой-либо из букс подаются непрерывный звуковой и световой сигналы.

- Электрическая схема сигнализации - двухпроводная, постоянно находящаяся под напряжением. Все термодатчики Э1-Э8 (рис. ) установлены на буксах тележек и соединены между собой последовательно. В цепь термодатчиков последовательно включена также катушка реле Р. Параллельно термодатчикам через два размыкающих контакта реле Р подключены сигнальная лампа Л и звонок Зв. Когда катушка реле Р под напряжением, цепь сигнальной лампы и звонка обесточена. Выключатель В служит для проверки цепей сигнализации. Для увеличения срока службы лампы в ее цепь включены резистор R и диод Д, который защищает лампу от перенапряжений, возникающих за счет ЭДС самоиндукции а катушке звонка при отключении.

- Провода от термодатчиков проложены по раме тележки в трубах. Соединение проводов тележек с проводами на кузове осуществляется с помощью специальных штепсельных разъемов Ш1, Ш2 (первой тележки) и Ш'3, Ш4 (второй тележки). Предохранители П1 и П2 в цепи сигнализации служат для защиты проводов от токов короткого замыкания.

- Термодатчик (рис. ) состоит из латунного корпуса 4, эбонитовой втулки 3, завальцованного в корпус латунного донышка 1, легкоплавкого сплава 2 (температура плавления 83-92°C) и двухжильного провода 5 сечением 2x0,75 ммг. Нижняя часть корпуса снаружи имеет резьбу, а верхняя - выступ. Датчик ввернут вместе с уплотнительным кольцом 6 в корпус буксы. Концы провода, залитые сплавом, служат контактами.

- При нагреве корпуса буксы в месте установки термодатчика до температуры 83-92°C сплав расплавляется и размыкает его контакты. При размыкании цепи реле обесточивается и своими размыкающими контактами замыкает цепь звонка и сигнальной лампы. При любом разрыве цепи катушки реле в служебном купе раздастся звонок и загорается сигнальная лампа.

- Для приведения в рабочее состояние сигнализации перед отправлением в рейс главный переключатель освещения и его выключатель должны быть включены.

- На вагонах, где установлен генератор с редукторно-карданным приводом, кроме букс контролируется нагрев подшипников хвостовика редуктора с помощью такого же датчика. Потому сигнализация таких вагонов имеет девять термодатчиков. а

на тех вагонах, где установлены два генератора на 'тележках, - десять датчиков. Кроме того, вместо выключателя проверки работы сигнализации на некоторых вагонах применяется кнопка, а также предусмотрена кнопка для отключения звонка. Исправность сигнализации проверяют путем искусственного размыкания цепи термодатчиков выключателем проверки или нажатием соответствующей кнопки. При этом должен звенеть звонок и должна гореть сигнальная лампа.

- Сигнализация срабатывает при любом разрыве контрольной цепи. Обрыв провода датчика, разъединение штепсельных соединений вызывают- ложное срабатывание сигнализации. Поэтому при эксплуатации вагона нужно следить за исправностью элементов цепи. Причинами ложного срабатывания могут быть неправильная установка пружин, удерживающих штепсельные головки в сцепленном состоянии, перетирание провода датчика о детали тележки, образование наледи на проводе датчика, обрыв провода во время вывертывания датчика из корпуса буксы без предварительного отсоединения провода соединительной коробки, слабые контакты в местах соединения провода датчика в коробках на тележках, низкое напряжение аккумуляторной батареи и др.

- Если во время движения поезда сработает СКНБ, проводник должен принять меры для немедленной остановки поезда стоп-краном и сообщить об этом начальнику поезда. После остановки поезда необходимо проверить на ощупь буксы вагона, предварительно оградив вагон красным сигналом.

- Пожарный приемно-контрольный прибор ППКП УПС-ТМ «Комета »
- Пассажирские вагоны оборудуются автоматическими установками пожарной сигнализации, способными обнаруживать пожар и оповещать о его возникновении на стадии загорания в контролируемых помещениях вагона. Установка пожарной сигнализации (УПС) должна реагировать на тепловые и дымовые признаки. Тепловые извещатели пожара срабатывают при достижении внутри объема контролируемого помещения максимальной температуры 70... 80°С или при скорости нарастания температуры внутри контролируемого объема 5... 10°С/мин. Дымовые извещатели пожара должны срабатывать при достижении в контролируемых помещениях значений задымленности (количества дыма и других продуктов сгорания), устанавливаемых для каждого типа вагонов. Извещатели в контролируемых помещениях вагонов (за исключением котельного отделения) устанавливаются скрыто, чтобы исключить или ограничить свободный доступ к ним пассажиров.

- Установка пожарной сигнализации дает акустические и оптические сигналы возникновения загорания с указанием места пожара (помещения) внутри вагона. Время подачи сигнала не превышает 2с. Установка автоматически определяет неисправности (обрыв, короткое замыкание) на линиях (шлейфах) подключения извещателей. Своевременное извещение о возникновении в вагоне очага возгорания обеспечивает поездной бригаде возможность начать активную борьбу с огнем. В случае критической ситуации увеличивается время на эвакуацию пассажиров из аварийного нагона. Если вагон оборудован УПС, возможно только появление очага возгорания, а распространение пламени и дыма по всему объему вагона можно предотвратить, если будут приняты необходимые меры.

- Все элементы сигнализации и управления, необходимые для обслуживания УПС, сосредоточены на передней панели пожарного приемно-контрольного прибора (ППКП) УПС, который находится в служебном отделении вагона.

- На пассажирских вагонах применяются установка пожарной сигнализации «Комета», установка пожарной сигнализации транспортного вагона типа УПС-ТМ и установка газового пожаротушения (УГП).

- Установка пожарной сигнализации фирмы «Комета» состоит из центрального пульта, к которому подсоединены датчики двух типов: дымового ионизационного и теплового комбинированного (дифференциально-максимального).

- Основной узел УПС — центральный пульт (рис. ) — служит для подачи оптического и акустического сигналов о возникновении пожара в вагоне с указанием помещения, где это произошло, для проведения самодиагностики УПС, подачи в провода между центральным пультом и датчиками напряжения 24 В, постоянного контроля за состоянием датчиков и подачи сигнала об их неисправности, подачи сигнала о готовности УПС к работе, исключения ложных сигналов о возникновении пожара.

- Дымовой ионизационный датчик срабатывает при появлении в окружающем его воздухе газов, предшествующих возникновению пожара.

- Тепловой комбинированный датчик срабатывает при повышении температуры воздуха помещения, в котором он установлен, до 60°С или при скорости повышения температуры воздуха выше 10°С/мин.

- Центральный пульт выполнен в виде отдельного вставного блока; в купейных вагонах его монтируют в служебном купе под шкафчиками для хранения чистого белья.

- В купейном вагоне установлено 14 датчиков: 13 дымовых ионизационных — по одному в каждом купе и в электрораспределительном шкафу и один тепловой комбинированный в котельном отделении. Датчики соединены с центральным пультом специальными проводами по двухпроводной схеме.

- Центральный пульт универсален. Его можно устанавливать в купейных вагонах с принудительной вентиляцией и купейных вагонах с кондиционированием воздуха.

- При подаче электрического питания на пожарный приемно-контрольный прибор на лицевой панели загорается зеленым цветом светодиод 5, сигнализируя тем самым о готовности УПС к действию. Крышка 8 при этом должна быть закрыта. В дальнейшем при срабатывании в вагоне какого-либо пожарного извещателя в результате возникновения пожара на лицевой панели ППКП загораются красным цветом светодиоды 2 с надписью «Пожар». Одновременно с этим на левой верхней части панели, где изображена символическая схема планировки вагона, вспыхивает дополнительный светодиод 1 (Место пожара) с указанием конкретного купе, где появился очаг загорания. Появившийся световой сигнал дублируется тревожной сиреной прерывистого звучания. После этого обслуживающему персоналу необходимо принять соответствующие меры по ликвидации возгорания, а в случае ложного срабатывания необходимо отключить акустическую сигнализацию кнопкой 4 и вызвать поездного электромеханика.

Низковольтно оборудования.

- Низковольтным считается электрическое оборудование, работающее при напряжении не выше 250 В относительно «земли» — заземленного корпуса электрической машины. Установки с напряжением выше 250 В считаются высоковольтными. Исторически сложилось так, что низковольтное электрооборудование пассажирских вагонов без кондиционирования воздуха работает при напряжении постоянного тока 50 В, а вагонов с кондиционированием воздуха — 110 В.

- Низковольтное электрооборудование вагона по своему назначению подразделяется на несколько подсистем:

- электрические машины (подвагонные генераторы, электрические двигатели постоянного и переменного тока, электрома-шинные преобразователи тока и напряжения);

- аккумуляторные батареи;

- приборы регулирования напряжения, коммутации и защиты;
- тепловые приборы (электродуховки, холодильники, охладители [питьевой воды]);
- устройства сигнализации;
- устройства освещения, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Парк пассажирских вагонов постоянно пополняется новыми комфортабельными вагонами, оборудованными установками кондиционирования воздуха, устройствами комбинированного отопления, электрокипятильниками, приборами люминесцентного освещения и т.п. Условия эксплуатации электрооборудования в вагонах сложны: вибрации с непрерывно меняющейся нагрузкой, переменные климатические условия. Надежная работа электрооборудования в пути во многом зависит не только от тщательной подготовки в рейс в пункте формирования состава, но и от того, насколько проводник вагона хорошо знает назначение всех приборов и умеет правильно ими пользоваться. Выполнение правил эксплуатации электрооборудования способствует предупреждению аварий, повышает культуру обслуживания пассажиров и обеспечивает пожарную безопасность в пассажирских поездах.

- Высоковольтное оборудование.

- Парк пассажирских вагонов пополняется вагонами с комбинированным отоплением, в которых принята единая однопроводная система напряжением 3000 В постоянного или однофазного переменного тока частотой 50 Гц с диапазоном отклонения по постоянному току в пределах 2400...4000 В и по переменному току 2400...3800 В.

- Выбор системы для комбинированного отопления зависит от применяемого тока: при постоянном токе напряжение 3000 В не требует преобразования, а при однофазном переменном токе напряжение 25 000 В следует преобразовывать в напряжение 3100 В.

- В странах Западной Европы напряжение и род тока контактной сети весьма разнообразны. Применяется постоянный ток напряжением 1500 В и 3000 В, однофазный переменный ток напряжением 1500 В частотой 16- Гц и 25 000 В частотой 50 Гц. Соответственно для электрического отопления используются напряжения 1500 и 3000 В постоянного тока, 1000 В частотой 16- Гц и

- 1500 В частотой 50 Гц однофазного тока. Таким образом, применяемая на отечественных вагонах система электрического и комбинированного отопления напряжением 3000 В постоянного и однофазного переменного тока частотой 50 Гц согласуется с напряжениями электроотопления других стран и вагоны зарубежных стран могут отапливаться при эксплуатации на РЖД.

- Независимо от рода тока и величины напряжения в отечественных пассажирских вагонах с электрическим и комбинированным отоплением при температуре наружного воздуха  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  температура воздуха внутри вагона должна быть при работе отопления с использованием электрической энергии  $18\text{...}22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а при работе на твердом топливе — не ниже  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При резких изменениях тока в цепях устройств электрооборудования (рис. а), обладающих большой индуктивностью  $L$  (обмотки генераторов, электродвигателей и др.), возникает значительная э.д.с. самоиндукции  $e_L = -L4di/dt$ . При отключениях таких устройств или разрывах их цепи аппаратами токовой защиты в аварийных режимах э. д. с. самоиндукции направлена согласно с приложенным к нему напряжением  $U$  источника электрической энергии. В результате в момент  $t_1$ , начала отключения на отдельных участках системы электроснабжения, например на нагрузке  $R_n$ , возникают большие перенапряжения  $U_{\text{макс}} = U + e_L$  (рис. б), которые называются коммутационными перенапряжениями. Длительность воздействия коммутационного перенапряжения на элементы электрооборудования зависит от свойств и продолжительности горения электрической дуги между контактами коммутационного аппарата  $K$ , осуществляющего отключение тока  $i$ . Значительные и длительные коммутационные перенапряжения могут привести к пробое изоляции отдельных электрических устройств или выходу из строя ламп накаливания в цепях освещения.

Для предотвращения коммутационных перенапряжений элементы электрической цепи, обладающие большой индуктивностью, шунтируют диодом  $VI$  (рис. а). В этом случае в момент отключения коммутационным аппаратом  $K$  нагрузки  $R_n$  —  $L_n$  по замкнутому контуру, нагрузка—диод  $VI$  под действием э.д.с. самоиндукции  $e_L$  начинает протекать ток  $t_k$ , и энергия, запасенная в индуктивности  $L_n$ , рассеивается в сопротивлении  $R_n$  данного устройства и диоде. В результате предотвращается возникновение перенапряжений, обусловленных э.д.с. самоиндукции  $e_L$ . Этот способ широко используется для уменьшения перенапряжений, возникающих при

отключении электрических цепей, подающих питание на катушки различных реле и контакторов: параллельно этим катушкам включают диоды.

Другим способом предотвращения коммутационных перенапряжений, возникающих в аварийных режимах в результате индуктирования э.д.с. самоиндукции  $e_L$  в обмотке якоря ОЯ генератора, является подключение параллельно нагрузке  $R_n$  с помощью тиристора  $V2$  (по сигналу датчика напряжения  $D$ ) низкоомного добавочного резистора  $R1$  (рис.б). Включение резистора  $R1$  приводит к уменьшению возникающего перенапряжения в отношении  $r_1/r_2$  где  $r_1$  и  $r_2$  — сопротивления контура, по которому протекает ток  $i$  переходного процесса без добавочного резистора  $R1$  и при его включении.

В схеме защиты от коммутационных напряжений, применяемой в системе ЭВ-10 (рис. а), используют следующий способ.

Выпрямитель  $B1$ , к которому подключена обмотка якоря  $Я1$ , шунтируется последовательно соединенными диодом  $VI$  и аккумуляторной батареей  $АБ$ . В установившемся режиме диод  $VI$  не проводит ток, так как зарядное напряжение  $U_{АБ}$  на аккумуляторной батарее, равно сумме напряжений  $U_1 + U_2$  на выходах выпрямителей  $B1$  и  $B2$ , больше, чем  $U_1$  и к диоду  $VI$  приложено отрицательное напряжение. При отключении части нагрузки  $R_n$  возникает перенапряжение. Однако оно ограничено зарядным напряжением  $U_{АБ}$  аккумуляторной батареи. Как только перенапряжение превысит  $U_{АБ}$ , диод  $VI$  начинает проводить ток и потенциалы точек  $a$  и  $d$  становятся практически равными. При этом энергия, запасенная в индуктивности обмотки якоря  $Я1$ , передается в аккумуляторную батарею. Следовательно, перенапряжение не может превысить  $U_{АБ}$ .

В некоторых аварийных ситуациях, связанных с обрывом цепи, шунтирующей основную обмотку якоря  $Я1$  генератора, подключенную к выпрямителю  $B1$  (например, при перегорании плавкой вставки предохранителя Пр), диод  $VI$  перестает выполнять свои защитные функции. В этих случаях длительность коммутационных перенапряжений ограничивается с помощью быстродействующей тиристорной защиты. Тиристор защиты  $V2$  подключен через низкоомный резистор  $R1$  параллельно выходу основного выпрямителя  $B1$ . Управление тиристором  $V2$  осуществляется от блока управления  $БУ$ , который контролирует напряжение на нагрузке  $R_n$ .

При возникновении перенапряжения, превышающего напряжение  $U_{АБ}$  аккумуляторной батареи, по команде от блока  $БУ$  через несколько десятков микросекунд включается тиристор  $V2$ , который подключает параллельно цепям нагрузки резистор  $R1$ , при этом резко уменьшается возникающее перенапряжение. После включения тиристора  $V2$  нагрузка автоматически отключается от основного выпрямителя  $B1$ . Для этой цели используется реле  $P1$ , катушка

которого замыкается накоротко тиристором  $V2$ . При отключении реле  $P1$  его контакты отключают цепи питания катушек контактора  $K1$  и реле  $P2$ . Контактор  $K1$  отключает нагрузку  $R_H$  от генератора, а реле  $P2$  разрывает цепь питания обмотки возбуждения генератора (на рис. не показана), вследствие чего уменьшается напряжение на выходе основного выпрямителя  $B1$ .

Для улучшения условий работы контактора  $K1$  и исключения дополнительных коммутационных перенапряжений контактор  $K1$  отключается с выдержкой времени по отношению к моменту отключения реле  $P2$ , для чего катушка контактора  $K1$  и резистор  $R2$  шунтируются конденсатором  $C1$ . Постоянная времени цепи  $R2$  —  $C1$  выбирается таким образом, чтобы отключение контактора  $K1$  происходило после того, как существенно уменьшается напряжение на выходе выпрямителя  $B1$  и ток нагрузки. После отключения контактора  $K1$  снимается напряжение с защитной цепи «тиристор  $V2$  — резистор  $R1$ » и тиристор  $V2$  восстанавливает свои запирающие свойства. После устранения неисправности, вызвавшей срабатывание тиристорной защиты, работоспособность схемы может быть восстановлена нажатием кнопки  $K_{н.}$  При этом реле  $P2$  и контактор  $K1$  включаются, замыкается цепь питания обмотки возбуждения генератора, нагрузка  $R_H$  и защитная цепь подключаются к основному выпрямителю.

Блок управления БУ тиристорной защиты (рис. ) состоит из двух узлов: измерения напряжения на входе нагрузки и усилителя. Узел измерения состоит из измерительного моста, первые два плеча которого образуют последовательно включенные резисторы  $R3$ ,  $R4$  и  $R5$ , а вторые - последовательно включенные резистор  $V6$ , диоды  $V3$ ,  $V4$  и стабилитрон  $V5$ . Параллельно цепи  $V3$   $V4$ — $V5$  подключен конденсатор  $C2$ . В диагональ моста включен переход эмиттер-база транзистора  $V6$  и защитный диод  $V1$ . Коллектор транзистора  $V6$  через резистор  $R7$  соединен с минусовым проводом. Усилитель блока БУ выполнен на транзисторе  $V8$  и тиристорах  $V9$  и  $V10$ .

Блок БУ, подключенный через развязывающие диоды  $V11$  и  $V12$  параллельно цепям нагрузки к точкам а и б, работает следующим образом. Параметры элементов узла измерения выбраны так, чтобы в нормальном режиме потенциал эмиттера транзистора  $V6$  был выше потенциала базы, поэтому транзистор  $V6$  открыт, а к переходу эмиттер-база транзистора  $V8$  приложено напряжение, равное падению напряжения на диодах  $V3$  и  $V4$ , и транзистор  $V8$  закрыт. В результате отсутствия транзистора  $V8$  приложенное напряжение, равное падению напряжения на диодах  $V3$  и  $V4$ , и транзистор  $V8$  закрыт, в результате отсутствия питания в цепях управления тиристоры  $V9$  и  $V10$  закрыты и сигнал на включение тиристора  $V2$  защиты отсутствует.

Допустимый уровень перенапряжения в цепях нагрузки (между точками а и б), при превышении которого с выхода блока управления подается команда на включение тиристора защиты  $V2$ , устанавливается соответствующим подбором сопротивлений

резисторов R3, R4 и R5 может изменяться с помощью регулируемого резистора R4, к которому подключена база транзистора V6. При возникновении перенапряжения потенциал базы транзистора V6 изменяется практически мгновенно, а потенциал эмиттера измениться скачком не может, так как этому препятствует конденсатор C2. Следовательно, потенциал базы транзистора V6 становится выше потенциала эмиттера, и он запирается. В результате база транзистора V8 через резистор R7 подключается к минусовому проводу и оказывается под меньшим потенциалом, чем эмиттер транзистора V8, соединенный со стабилитроном V5. Транзистор V8 открывается и на управляющий электрод тиристора V2 по цепи плюс источника питания—диод V11—резистор R6 — диоды V3, V4 — эмиттерно-коллекторный переход транзистора V8 — диод V13 — управляющий электрод-катод тиристора V9— диод V14— управляющий электрод – катод тиристора V10 подается отпирающий импульс напряжения. При этом тиристор V9 включается, шунтируя часть указанной цепи и облегчая условия включения тиристора V 10 который в свою очередь включает тиристор защиты V2. Рассмотренный блок управления обеспечивает достаточное быстродействие защиты от коммутационных перенапряжений.

Для предотвращения недопустимого длительного повышения напряжения, подводимого к вагонным потребителям в аварийных ситуациях, предусмотрена специальная защита. При увеличении напряжения сверх допустимого уровня (уставки) она разрывает цепь питания обмотки возбуждения генератора, вследствие чего магнитный поток машины и напряжение генератора уменьшаются. Схема защиты должна быть выполнена так, чтобы повышенное напряжение было ограничено по величине и длительности и не снижало надежность работы электрооборудования (сокращается срок службы ламп накаливания, происходит более интенсивное старение изоляции электрических машин, аппаратов и пр.). Защита не должна также реагировать на кратковременные коммутационные перенапряжения до  $(1,2-1,4) U_{ном}$  при отключении части нагрузки, так как такие перенапряжения практически не оказывают отрицательного влияния на работоспособность потребителей. Для выполнения этих требований защита должна вступать в действие при повышении напряжения до  $1,2 U_{ном}$  с некоторой выдержкой времени, которая выбирается несколько большей, чем длительность коммутационных перенапряжений, с целью исключения ложных срабатываний защиты. Однако при увеличении напряжения до  $(1,5-1,7) U_{ном}$  защита должна срабатывать с высоким быстродействием. В системе электроснабжения ЭВ-10 применена электронная

схема защиты от повышения напряжения (рис.). Защита состоит из двух основных узлов: измерения и формирования команды (*УИК*) и исполнительного органа. Исполнительный орган защиты состоит из усилителя *У*, электромагнитного реле *Р1* и контактора *К1*, включенного в цепь обмотки возбуждения генератора. На вход *УИК* подается напряжение генератора *G*, выпрямленное диодами *V1 — V3* и диодами минусовой группы силового выпрямителя *B1* и сглаженное фильтром *R1—C1*. Измерительным элементом *УИК* служит нелинейный мост, плечи которого состоят из резисторов *R2—R4*, образующих датчик напряжения, а также из резистора *R5* и стабилитрона *V4*. Орган формирования команды состоит из двух блоков: уставки напряжения, блока сравнения и реле времени *PВ*. Блок сравнения выполнен на двух транзисторах *V5* и *V6*, эмиттерно-базовые переходы которых включены в диагональ моста, образованного резисторами *R2 — R5* и стабилитроном *V4*. Использование двух транзисторов, базы которых подключены к общей точке к с фиксированным за счет использования стабилитрона *V4* потенциалом, а эмиттеры — к разным точкам *т* и *п*, позволяет получить две уставки напряжения срабатывания защиты  $U_{YL} = 60$  В и  $U_{Y2} = 80 \pm 5$  В. Сопротивления резисторов *R2 — R4* подбираются таким образом, что напряжение  $U_{mc}$  между точками *т* и *с* было больше напряжения  $U_{nc}$  между точками *к* и *с*. В нормальном режиме работы системы электроснабжения, когда напряжение на выходе генератора *U* меньше напряжений  $U_{YL}$  и  $U_{Y2}$  уставок защиты, напряжения  $U_{MC}$  и  $U_{NC}$  меньше напряжения  $U_{nc}$  между точками *к* и *с*.

Поэтому потенциалы эмиттеров транзисторов *V5* и *V6* ниже, чем потенциал их объединенных баз, и они выключены. При возникновении аварийного режима и повышении напряжения генератора до  $U_n$ , при котором  $U_{nc} > U_{Rc}$ , потенциал точки *т* становится выше потенциала точки *к* и транзистор *V5* включается. Если напряжение возрастает до  $U_{y2}$ , при котором  $U_{ne} > U_{he}$ , потенциал точки *п* превысит потенциал точки *к* и происходит включение транзистора *V6*. Сигнал с транзистора *V6* поступает непосредственно на вход *d* усилителя *У* исполнительного органа, что приводит к быстрому срабатыванию защиты. С транзистора *V5* сигнал поступает на этот же вход через реле времени *PВ*, обеспечивающее необходимую выдержку времени для срабатывания защиты.

Реле времени *PВ* выполнено на транзисторе *v8* и активно-емкостной цепи *R6 — C2*. Действует это реле следующим образом. При включении транзистора *v5* через

резистор  $R_6$  начинается заряд конденсатора  $C_2$ . Параметры цепи  $R_6 - C_2$  рассчитываются таким образом, что-бы напряжение на конденсаторе  $C_2$  достигало уровня, при котором происходит переключение транзистора  $V_7$  усилителя  $У$ , с выдержкой времени  $\Delta t$  по отношению к моменту повышения напряжения генератора до  $U_{y1}$  и включения транзистора  $V_5$ . Если длительность перенапряжения меньше выдержки времени  $\Delta t$  (при коммутационных перенапряжениях), то сигнал в исполнительный орган не поступает. При указанном условии в момент, когда напряжение генератора становится ниже  $U_{y1}$ , открывается транзистор  $V_8$  и конденсатор  $C_2$  быстро разряжается по цепи  $C_2 - V_9 - V_8 - R_7$ . В результате включения транзистора  $V_8$  защита не срабатывает.

Усилитель  $У$  введен в схему защиты для того, чтобы органы измерения и формирования команды можно было выполнить на элементах небольшой мощности, что способствует повышению точности работы защиты и уменьшению габаритных размеров и массы уик. Усилитель выполнен на транзисторах  $V_7$ ,  $V_{10}$  и реле  $P_1$ . Напряжение питания усилителя поддерживается на требуемом уровне стабилитроном  $V_{11}$ , в цепь которого включен балластный резистор  $R_7$ . С помощью диода  $V_{12}$  поддерживается запирающий потенциал на базе транзистора  $V_{10}$  в его закрытом состоянии, что предотвращает ложные переключения. Сигнал в усилитель  $У$  поступает по двум каналам через транзистор  $V_6$  или от реле времени  $P_8$ , для развязки этих каналов используются диоды  $V_{13}$  и  $V_{14}$ . При появлении необходимого сигнала на входе  $d$  усилителя  $У$  транзистор  $V_7$ , а затем  $V_{10}$  включаются, что приводит к срабатыванию промежуточного реле  $P_1$ . Размыкающий контакт реле  $P_1$  разрывает цепь питания катушки контактора  $K_1$ . При его выключении разрывается цепь питания обмотки возбуждения  $ОВ$  генератора, обеспечивая защиту потребителей электрической энергии от повышения напряжения при отказе в работе тиристорного регулятора  $РНГ$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт пассажирских вагонов. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие/ Быков Б.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 66 с.—

1.2 Быков Б.В. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт пассажирских вагонов. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие/ Быков Б.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 66 с.—

### *2 Дополнительная*

2.1 Зорохович А.Е. Электро-радиооборудование пассажирских вагонов: издательств «транспорт», 2008г. 343с.

2.2 З.М. Болотин, Н.Л. Травина Проводник пассажирских вагонов Москва АСАДЕМА 2004 г.318 с.

2.3 В.В. Лукин Вагоны Москва 2004 г. 423 с.

2.4 Егоров В.П. Устройство и эксплуатация пассажирских вагонов. М.: УМК МПС России, 2001 г..

2.5 Егоров В.П. Устройство и эксплуатация пассажирских вагонов. М.: УМК МПС России, 1999.

2.6 Скрипкин В.В. Электрооборудование изотермического подвижного состава. М.: Транспорт. 1990

2.7 Электрооборудование вагонов с кондиционированием воздуха \ Под ред. Б.Н.Ребрика. М. : Транспорт ,1986.

2.8 О.Е.Ивакин Методическое пособие для студентов очного и заочного отделения «Электрические аппараты и цепи вагонов» 2007 г.15с.

2.9 О.Е.Ивакин Методическое пособие для студентов очного и заочного отделения «Правила чтения электрических схем» 2008 г.18с.