

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал РГУПС
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ПМ 01 Обеспечение безопасной эксплуатации, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава (по видам подвижного состава железных дорог) (вагоны)»

МДК.01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава (вагоны)

Тема 1.4 Электрические аппараты и цепи вагонов

для студентов специальности
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Тихорецк

2025

**«УТВЕРЖДАЮ»**
Заместитель директора
по учебной работе
 Н.Ю.Шитикова
«01» 09 2025 г.

Методические указания для выполнения лабораторных работ по ПМ 01 Обеспечение безопасной эксплуатации, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава (по видам подвижного состава железных дорог) (вагоны)», МДК.01.01. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава (вагоны), **теме 1.4 Электрические аппараты и цепи вагонов**, специальность 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог, составлены в соответствии с рабочей учебной программой профессионального модуля **ПМ.01 Обеспечение безопасной эксплуатации, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава (по видам подвижного состава железных дорог) (вагоны)»**

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

Разработчик:

С.Н.Трачук - преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией № 6 «Специальность 23.02.06»

Протокол заседания № 1 от 01.09.2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Лабораторная работа № 1 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия пакетного выключателя»	6
Лабораторная работа № 2 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия контактора типа VG-40»	10
Лабораторная работа № 3 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия контактора типа КМ002»	13
Лабораторная работа № 4 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия контактора типа 2КМ010»	16
Лабораторная работа № 5 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия теплового реле ERb 630a»	19
Лабораторная работа № 6 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия схемы контроля нагрева буксовых узлов»	22
Лабораторная работа № 7 «Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия ПКУ пожарной сигнализации УПС ТМ «Комета»»	25
Лабораторная работа № 8 «Определение конструктивных особенностей устройства распределительного щита пассажирского вагона. Выполнение работ по порядку включения потребителей»	30
Лабораторная работа № 9 «Исследование устройства подвагонных ящиков пассажирского вагона»	33
Лабораторная работа № 10 «Определение конструктивных особенностей устройства распределительных щитов секции БМЗ-5. Выполнение работ по порядку включения потребителей»	39
Список литературы	43

ПОЯНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическое пособие по проведению лабораторных работ разработано на основании рабочей программы по ПМ 01 Обеспечение безопасной эксплуатации, техническое обслуживание и ремонт железнодорожного подвижного состава (по видам подвижного состава железных дорог) (вагоны)» по теме: *«Электрические аппараты и цепи вагонов»* и направлено на формирование общих и профессиональных компетенций. В пособии представлены методические рекомендации к проведению лабораторных работ, позволяющих усвоить основные понятия, цели и задачи будущего специалиста вагонного хозяйства.

Выполнение обучающимися лабораторных работ 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 лабораторных работ по дисциплине охватывает круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная

темы. Ведущей дидактической целью лабораторных работ 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 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.

Лабораторная работа №1

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия пакетного выключателя

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

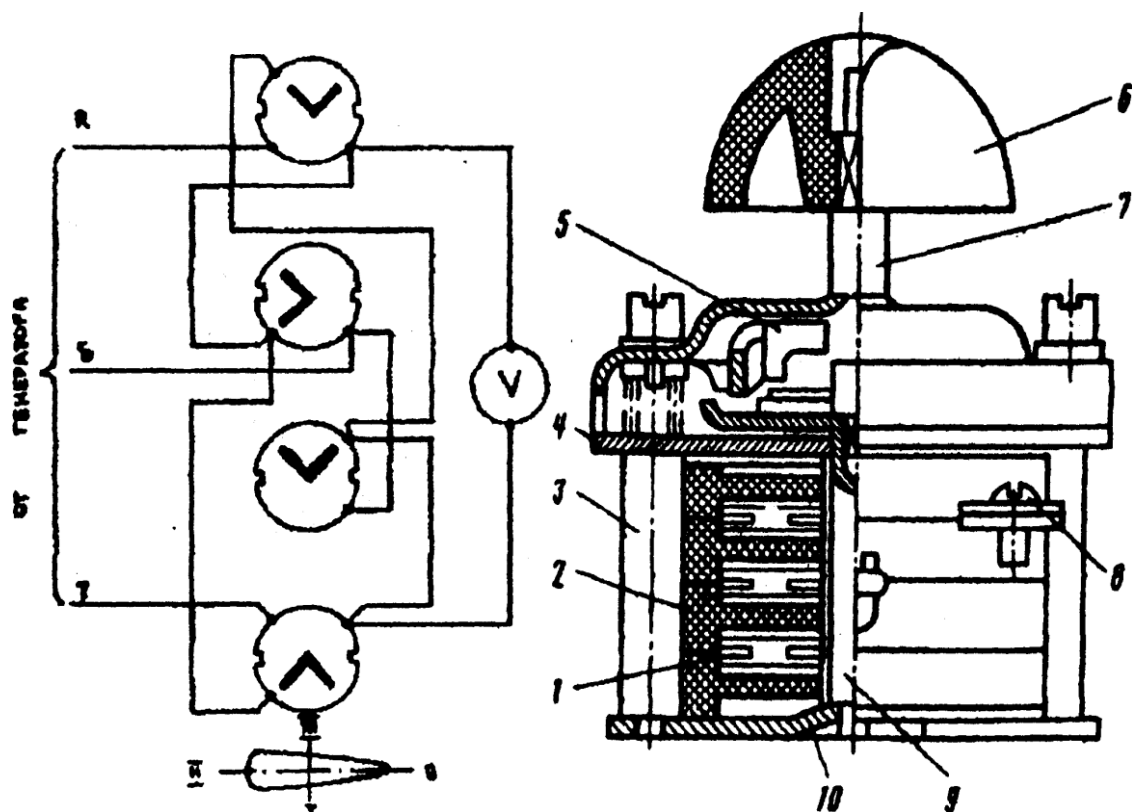
Исследовать конструкцию и работу пакетного выключателя

ОБОРУДОВАНИЕ

Пакетный выключатель, инструкционные карты, раздаточный материал

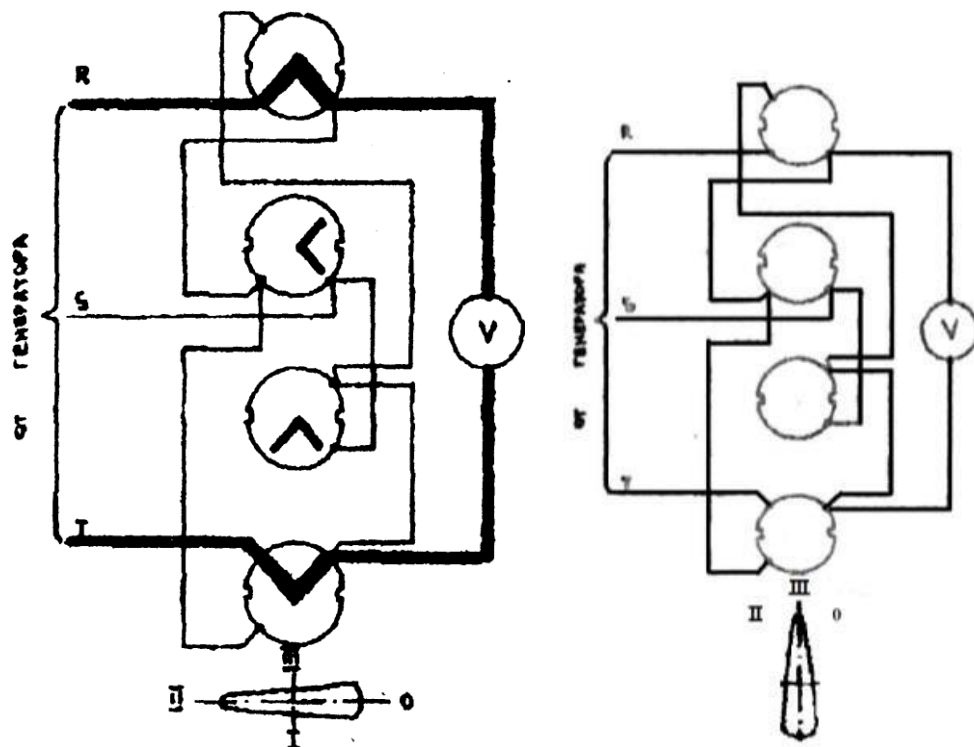
ХОД РАБОТЫ.

1. Описать применение пакетных выключателей
2. Какие элементы находятся в одном пакете.
3. Ознакомиться с электрической схемой пакетного переключателя
4. Описать конструкцию пакетного выключателя



- 1-
- 2-
- 3-
- 4,10-
- 5-
- 6-
- 7-
- 8-
- 9-

5. Описать показания вольтметра при различных положениях ручки переключателя, указать положение подвижных контактов в положении 3



Показания вольтметра в положении 0 -
 Показания вольтметра в положении 2 -
 Показания вольтметра в положении 3 -

6. Описать назначение и конструкцию кнопочного выключателя
7. Описать работу контактов
8. Сделать вывод о проделанной работе

Теоретический материал

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. Возникающая 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 размыкаются, если выступ кулачка 10 набежит на шток 12. Когда конец штока 12 попадает во впадину кулачка, контакты замыкаются под действием пружины.

Контрольные вопросы:

1. На какие группы делится коммутационная аппаратура
2. В чем отличие выключателей кулачкового и поворотного типа
3. Для чего предназначена дугогасительная камера
4. Какие переключатели используются в качестве пускателей на вагонах

Лабораторная работа №2

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия контактора типа VG-40

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать конструкцию и работу контактора с поворотной системой

ОБОРУДОВАНИЕ

Контактора с поворотной системой, инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ.

1. Указать основные части контактора
2. Описать элементы по позициям на рисунке 1
3. Определить по контактору: вид привода, его основные элементы;
4. Определить по контактору: устройство контактной системы;

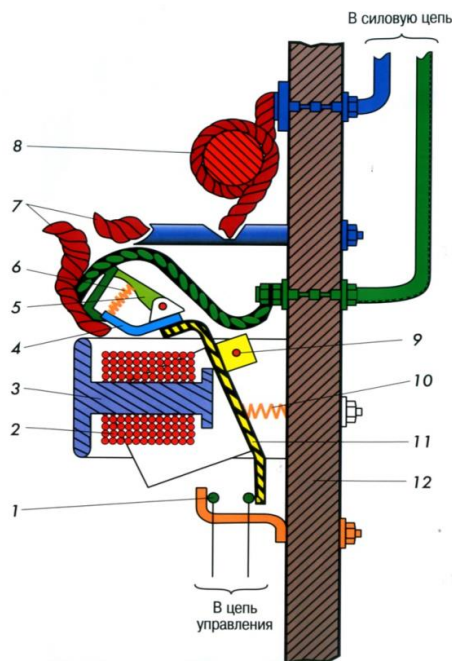


Рисунок1 - Конструкция контактора с поворотной системой

5. Определить по контактору: дугогасительное устройство, описать принцип гашения дуги.

6. Указать разрывную мощность контактов, характеристики контактора: раствор, провал.

7. Сделать вывод о проделанной работе.

Теоретический материал

Магнитный пускатель переменного тока (контактор) с поворотной системой состоит (рисунок 1) 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 успевает выделяться 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.

Токовые реле 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 токовые реле в этом случае называют тепловым реле.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите типы контакторов переменного тока
2. Опишите назначение магнитных пускателей
3. Опишите места расположения контакторов в пассажирском вагоне
4. Какие устройства взаимодействуют с контакторами для отключения цепи

Лабораторная работа № 3

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия контактора типа КМ 002

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследовать конструкцию и работу контактора КМ 2

ОБОРУДОВАНИЕ

Контактор КМ 2, инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ.

1. Указать основные части контактора
2. Описать элементы по позициям на рисунке 1
3. Определить по контактору: вид привода, его основные элементы;
4. Определить по контактору: устройство контактной системы;

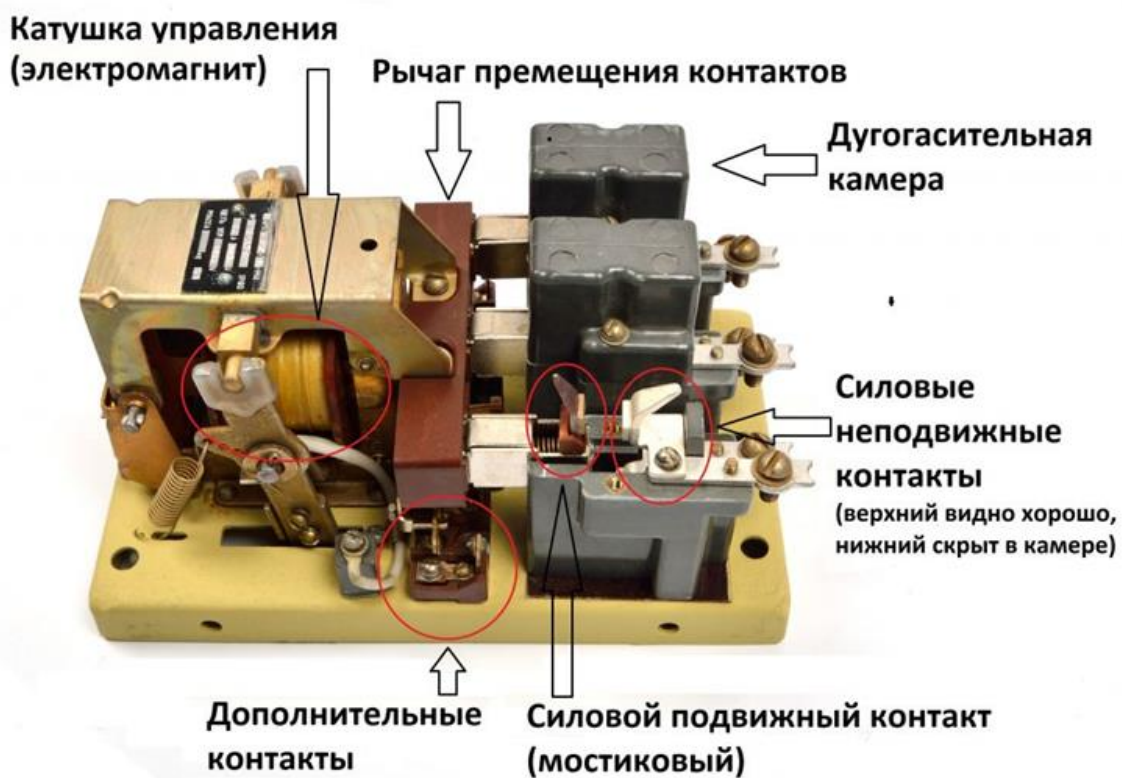


Рисунок 1 – Контактор КМ 2

5. Определить по контактору: дугогасительное устройство, описать принцип гашения дуги.

6. Указать разрывную мощность контактов, характеристики контактора: раствор, провал.

7. Сделать вывод о проделанной работе.

Теоретический материал

Контактор КМ 2 состоит из трёх основных узлов и одного дополнительного. Первый и основной это механизм замыкания/размыкания контактов. На контакторах серии КМ2 это два неподвижных контакта и один подвижный (мостиковый контакт т.к. он является мостом между двумя неподвижными). Работает это так. В разомкнутом состоянии подвижный контакт находится на некотором расстоянии от двух неподвижных и ток по ним не идёт - «цепь разомкнута». При замыкании подвижный контакт ложится на два неподвижных, «цепь замыкается», ток приходит на один из неподвижных контактов, проходит по подвижному к второму неподвижному и агрегат заработал. Этот узел расположен внутри дугогасительной камеры, назначение которой понятно из названия. При сближении/удалении контактов между ними образуется электрическая дуга т.е. «микрогрозовой» разряд, который приносит те же проблемы, что и грозовой – пожары, повреждения и пр., поэтому и нужно упаковывать контактный узел в камеру. Есть ещё побочный эффект у дуги это её работа в качестве «сварочного резака» т.е. она выжигает поверхность контактов. Именно по этой причине на контактах делают напайки из серебра - оно обладает стойкостью к электрической дуге. Поэтому не удивляйтесь стоимости мощных, качественных контакторов. И таких контактных узлов на контакторах серии КМ2 бывает от 1 до 4. Это зависит от количества линий (фаз) которыми управляет контактор. Также важно положение контактов в состоянии покоя (контактор не в работе). Они могут быть нормально открытыми (НО) и нормально закрытыми (НЗ). Слово «нормально» как раз подразумевает, что контактор не в работе (лежит на полке). Положение контактов показывает, каким образом работает контактор при его включении – замыкает цепь или размыкает. Второй узел — это электромагнит, который, собственно, замыкает и размыкает контакты. Он состоит из электромагнитной катушки и

магнитопровода. Магнитопровод это две металлические болванки, набранные из листов электротехнической стали в виде буквы «Ш» и отделённые друг от друга воздушным зазором. Именно эти железные буквы Ш валялись на земле в детстве. Электромагнит работает просто – подали питание на катушку, возникло электромагнитное поле, две половины магнитопровода присоединились друг к другу. Именно это усилие и используется для замыкания и размыкания контактов. Третий узел — это механический рычаг, соединяющий первый (контактный узел) со вторым (электромагнитом). Дополнительные узлы на контакторах это доработка - дополнительные контакты (не те основные в контактном узле, а дополнительные) они применяются для управления дополнительными функциями (например, одновременно с замыканием/размыканием основной цепи они включают и выключают какое-нибудь реле и они тоже бывают «НО» и «НЗ»), механический привод (это механически связанный с электромагнитом рычаг перемещающийся одновременно с основной работой магнита по перемещению контактов) он нужен, например, для синхронизации работы двух контакторов работающих в паре (реверсивный контактор). Реверсивный контактор - это «два в одном», т.е. два обычных контактора соединённых электрически и механически между собой. Нужен он, как видно из названия, для работы по реверсу. Например, управление вращением электродвигателя – один контактор управляет вращением влево, другой вращением вправо. Механическая связь между ними - это своеобразная защита - пока работает один, второму нельзя.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите типы контакторов переменного тока
2. Опишите назначение магнитных пускателей
3. Опишите места расположения контакторов в пассажирском вагоне
4. Какие устройства взаимодействуют с контакторами для отключения цепи

Лабораторная работа № 4

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия контактора типа 2КМ 10

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

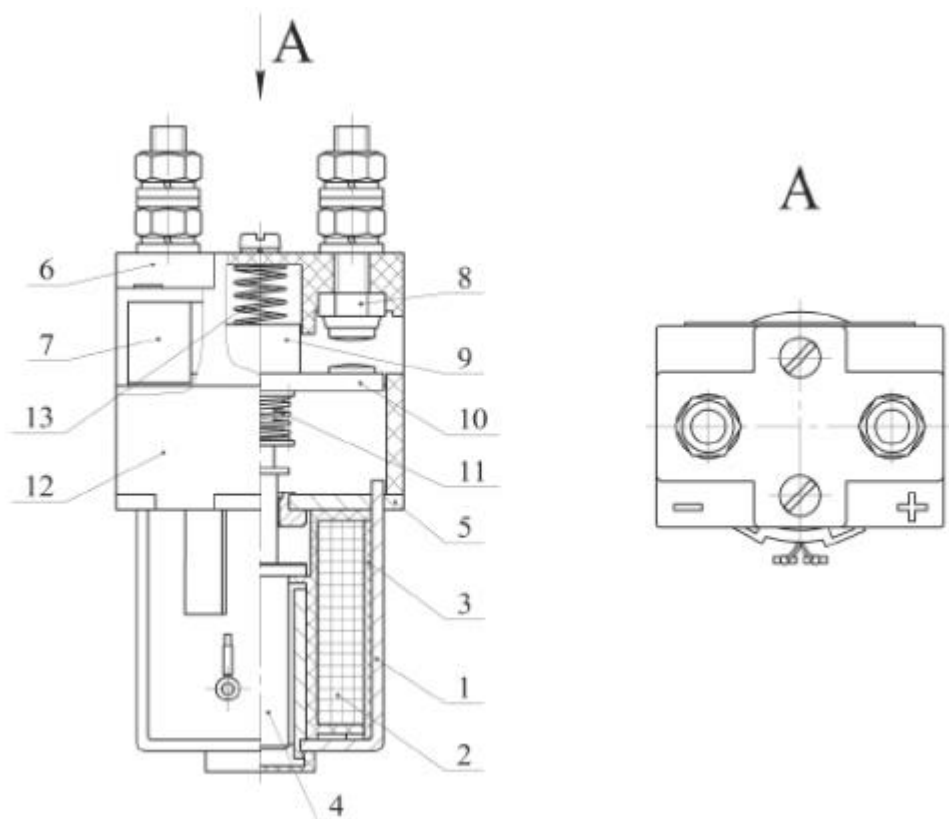
Исследовать конструкцию и работу контактора 2КМ 10

ОБОРУДОВАНИЕ

Контактор 2КМ 10, инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ.

1. Указать основные части контактора
2. Описать элементы по позициям на рисунке 1
3. Определить по контактору: вид привода, его основные элементы;
4. Определить по контактору: устройство контактной системы;



1 – магнитопровод, 2 – катушка, 3 – корпус, 4 – сердечник,
5 – якорь, 6 – колодка контактная, 7 – магнит, 8 – болт контактный, 9 – ось,

10 – мостик контактный, 11 – пружина, 12 – колодка, 13 – пружина
возвратная

Рисунок 1 – Контактор серии КМ 10

5. Определить по контактору: дугогасительное устройство, описать принцип гашения дуги.
6. Указать разрывную мощность контактов, характеристики контактора: раствор, провал.
7. Сделать вывод о проделанной работе.

Теоретический материал

Контакторы малогабаритные КМ представляют собой двухпозиционное электромагнитное устройство, предназначены для дистанционного включения и отключения силовых потребителей электроэнергии постоянного тока напряжением до 30В. Номинальное напряжение постоянного тока в цепи управления (катушки контактора) и в цепи главных контактов – 27В (от 24В до 30В). Номинальный ток в цепи главных контактов – 50А, 100А, 200А, 400А и 600А в зависимости от серии. В основе принципа работы контактора заложены свойства электромагнита. При подаче управляющего напряжения на катушку контактора происходит втягивание сердечника и замыкание контактов главной цепи. При отсутствии управляющего напряжения – контакты размыкаются. Тип контакта: 1з. – один замыкающий контакт (еще обозначают 1NO – один нормально разомкнутый контакт).

Преимущества контакторов КМ – возможность использования в подвижной технике при сравнительно малых габаритах. При этом контакторы способны выдерживать кратковременные перегрузки до 4g и вибрации частотой до 200Гц. Рабочая повышенная температура среды не выше +50°C, рабочая пониженная температура – до -60°C. Предельный уровень влажности при +40°C составляет 98%, высота над уровнем моря не более 20 000 м. Количество коммутационных циклов при этом достигает 50 000. Крепление контакторов с помощью двух винтов, крепежные отверстия расположены на стойке корпуса. Присоединение проводников – переднее.

Модульные контакторы серии КМ применяются в системах управления и автоматизации жилых, офисных, промышленных и больничных помещений, для коммутации и управления осветительных, обогревательных и вентиляционных устройств, насосов и иных приводов.

- Номинальный ток А, от 10 до 25 (соответственно наименование КМ10)
- Напряжение переменного тока В, в пределах 24-660
- Напряжение постоянного тока В, в пределах 24-440
- Диапазон рабочих температур до 65°C
- Виды климатического исполнения - УЗ, ТЗ, УХЛ4 по ГОСТ 15150-69
- Моноблок изготовлен из карболита (фенопласта) и состоит из изоляционного корпуса, контактного зажима, включающего латунный трубчатый контакт, два контактных винта.
- Жилы проводников вводятся в трубку до упора, при завинчивании винтами прижимаются.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите типы контакторов постоянного и переменного тока
2. Опишите назначение контакторов серии КМ
3. Опишите места расположения контакторов в пассажирском вагоне
4. Какие устройства взаимодействуют с контакторами для отключения цепи

Лабораторная работа № 5

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия теплового реле ERb 630

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию теплового реле ERb 630, тепловых реле, применяемых на пассажирских и рефрижераторных вагонах

ОБОРУДОВАНИЕ

Тепловое реле ERb 630. Стенд для снятия ампер-секундной характеристики

ХОД РАБОТЫ.

1. Описать назначение тепловых реле;
2. Указать основные элементы конструкции и принцип действия;
3. Описать устройство;

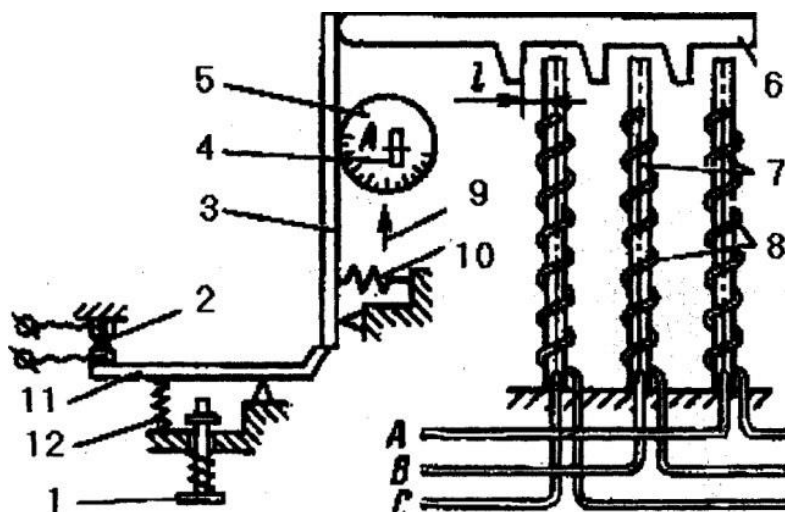
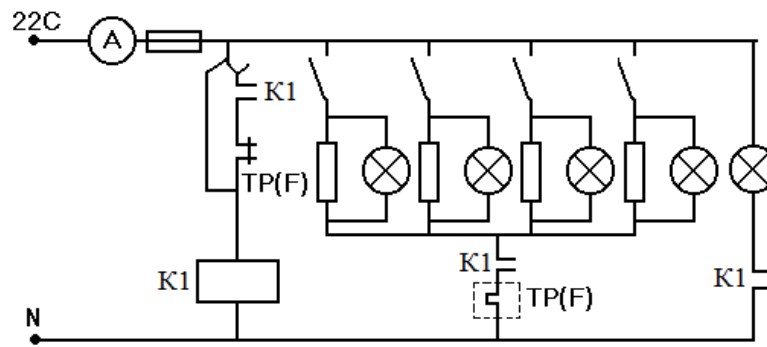
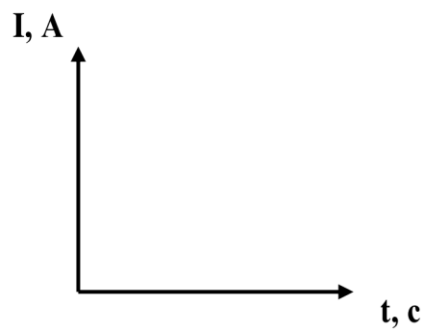


Рисунок 1 - Схема стенда для снятия ампер-секундной характеристики



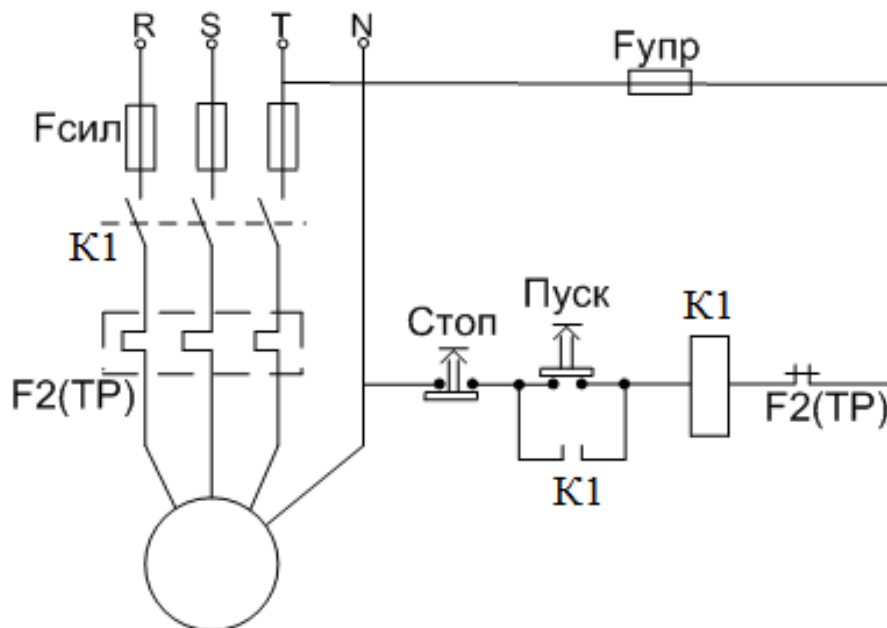
4. Построить ампер- секундную характеристику;



I, A	t, c
1,5	
3	
4,5	
6	

5. Описать схему магнитного пускателя указанием назначения элементов:

- цепи при нажатии кнопки «Пуск»;
- при срабатывании теплового реле.



6. Сделать вывод о проделанной работе.

Теоретический материал

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.

Контрольные вопросы:

1. Какие реле называют тепловыми
2. Какие реле называют регулируемыми
3. Какие реле называют нерегулируемыми
4. Для чего предназначены тепловые реле

Лабораторная работа № 6

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия схемы контроля нагрева буксовых узлов

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

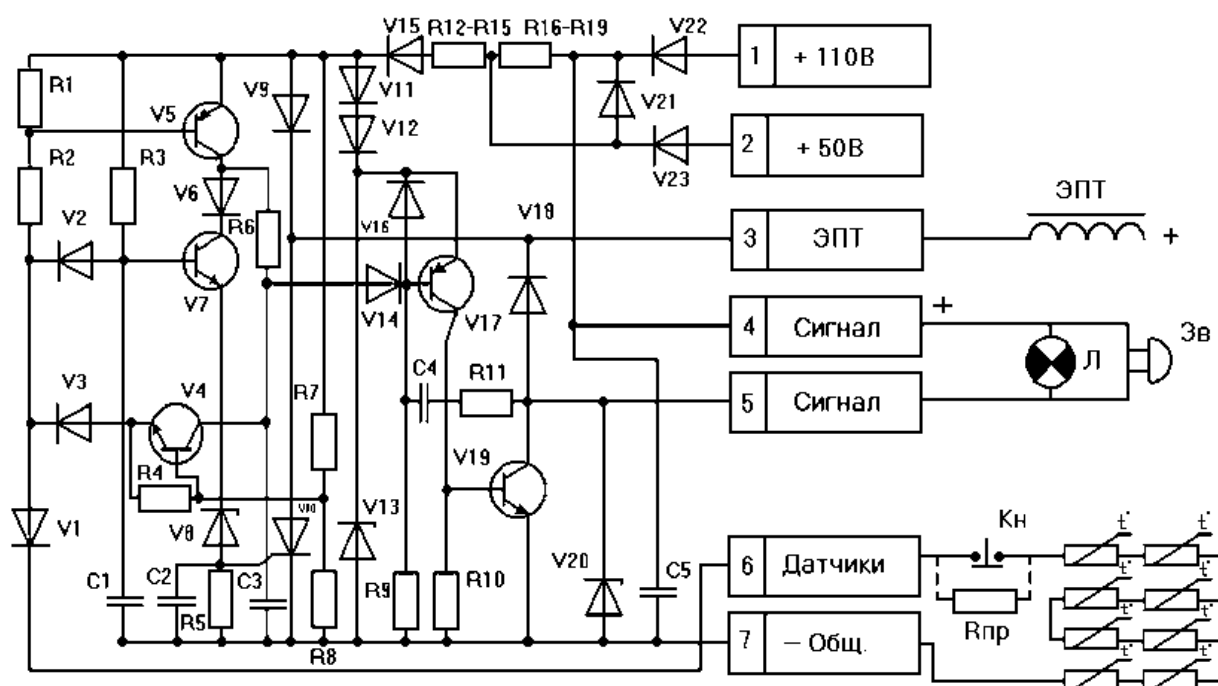
Изучить принцип действия системы контроля нагрева буксовых узлов

ОБОРУДОВАНИЕ

Пассажирский вагон. Схема системы контроля нагрева буксовых узлов.
Инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ

1. Описать назначение схемы
2. Указать виды датчиков, применяемых в СКНБ
3. Описать элементы схемы и принцип действия.



4. Сделать вывод о проделанной работе

Теоретический материал

Сигнализации контроля нагрева 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 Ш3, Ш4 (второй тележки). Предохранители П1 и П2 в цепи сигнализации служат для защиты проводов от токов короткого замыкания.

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 раздается 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.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена СКНБ

2. Какие основные отличия СКНБ от СКНБП
3. Какое количество термодатчиков установлено для работы СКНБ
4. Какими сигналами сигнализирует система при перегреве буксового узла

Лабораторная работа № 7

Определение конструктивных особенностей и выполнение работ по проверке действия ПКУ пожарной сигнализации УПС-ТМ «Комета»

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить устройство и научиться проверять исправность блока управления УПС-ТМ «КОМЕТА»

ОБОРУДОВАНИЕ

Пассажирский вагон. Стенд для проверки, блок управления установки УПС-ТМ «КОМЕТА», тепловой извещатель.
Инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ

1. Изучить устройство установки пожарной сигнализации УПС-ТМ "Комета"
2. Описать виды извещателей, принцип работы.
Для контроля работоспособности УПС-ТМ необходимо выполнить следующие подготовительные операции:
 1. Открыть спецключом лицевую панель ППКП УПС-ТМ.
 2. Нажать клавиши включения линий связи в соответствии с номерами пожарных извещателей, обозначенных на мнемосхеме помещения вагона на табло- дисплее ППКП УПС-ТМ
 3. Закрыть с помощью спецключа лицевую панель ППКП УПС-ТМ.
 4. Подать на УПС-ТМ питающее напряжение, включив стенд.
 5. Проследить за: — контрольным прохождением звуковых сигналов тревоги; — включением индикаторов красного и жёлтого цвета на табло-дисплея.

6. Нажать кнопку "ОТКЛ. ЗВУКА": — отключится звуковая сигнализация тревоги ПОЖАР; — световая сигнализация остается без изменения.

7. Проверить работу пожарного извещателя 1, поднеся к нему источник тепла: — через 15-20 сек. прерывистый звуковой сигнал тревоги ПОЖАР (и выключить источник тепла); — включится на табло индикатора красного цвета "СО".

8. Нажать кнопку "ОТКЛ. ЗВУКА": — отключится звуковая сигнализация тревоги ПОЖАР; — световая сигнализация остается без изменения.

9. Нажать на 2-3 сек. и отпустить кнопку "ГОТОВ": — выключатся звуковая и световая сигнализации на табло-дисплее ППКП УПС-ТМ.

10. Нажать кнопку "ОТКЛ. ЗВУКА": — отключится звуковая сигнализация тревоги НЕИСПРАВНОСТЬ; — световая сигнализация остается без изменения.

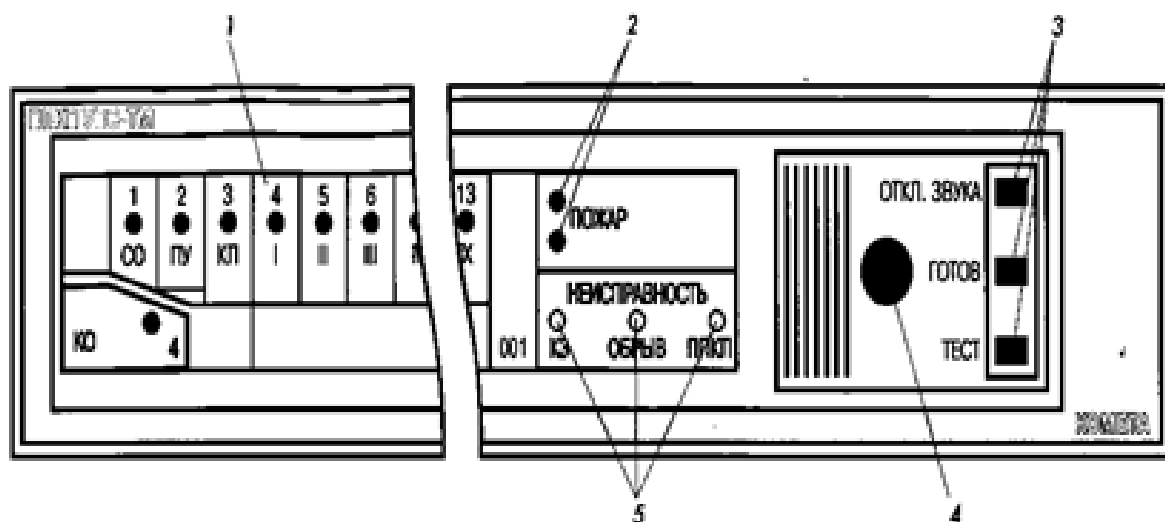


Рисунок 1- Блок управления УПС-ТМ «КОМЕТА»

11. Сделать вывод о проделанной работе

Теоретический материал

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°C или при скорости нарастания температуры внутри контролируемого объема 5... 10°C/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 вагона. 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 (рисунок 1) — 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°C или при скорости повышения температуры воздуха выше 10°C/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.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена пожарная сигнализация в пассажирском вагоне?
2. Какие сигналы издает сигнализация при возникновении пожара?
3. Какие сигналы издает сигнализация при возникновении неисправности?
4. Сколько датчиков УПС расположено в купейном вагоне?

Лабораторная работа № 8

Определение конструктивных особенностей устройства распределительного щита пассажирского вагона. Выполнение работ по порядку включения потребителей

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обобщить ранее изученные темы. Системы энергоснабжения пассажирских вагонов, коммутационные аппараты, аппараты защиты, системы контроля и сигнализации, системы передачи и распределения энергии, научиться практическими действиями выявлять и устранять возникшие в процессе эксплуатации неисправности электрооборудования пассажирского вагона.

ОБОРУДОВАНИЕ

Пассажирский вагон. Распределительный щит, макетное электрооборудование системы энергоснабжения ЭПВ 10.01.03
Инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ

1. Описать назначение распределительных устройств и общие сведения о системе электроснабжения ЭПВ 10.01.03 (сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

2. Осуществить правильный прием пассажирского вагона в эксплуатацию (сделать в отчете 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 краткую запись)

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

5. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания сигнализации контроля нагрева букс и принять меры к устранению неисправности (сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

6. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания сигнализации понижения напряжения на аккумуляторной батарее и принять меры к устранению неисправности электрооборудования (сделать в отчете краткую запись)

7. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания сигнализации наличия высокого напряжения на корпусе вагона и принять меры к устранению неисправности электрооборудования (сделать в отчете краткую запись)

8. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания сигнализации наличия замыкания минусовых проводов на корпус вагона и принять меры к устранению неисправности электрооборудования (сделать в отчете лабораторной работы краткую запись)

9. Разобрать внештатную ситуацию срабатывания пожарной сигнализации и принять соответствующие меры (сделать в отчете краткую запись).

10. Сделать вывод о проделанной работе.

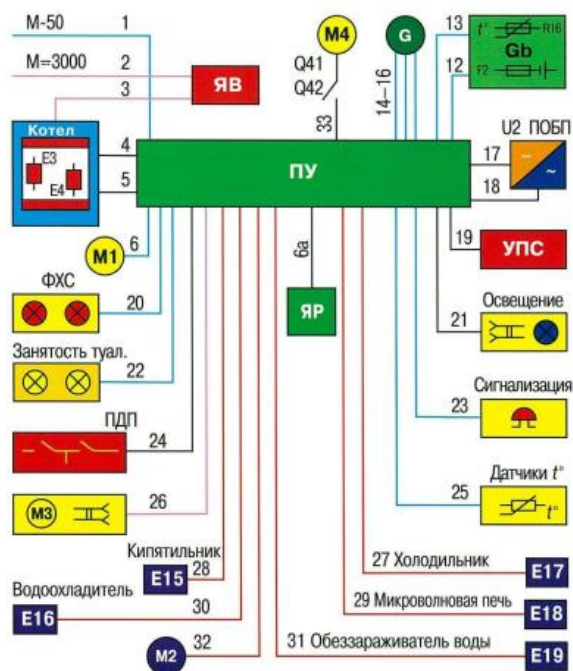


Рисунок 1 – Структурная схема электрооборудования ЭПВ 10.01.03
пассажирского вагона

Теоретический материал

Комплекс электрооборудования ЭПВ10.01.03 применяется на пассажирских вагонах модели 61-820.

В состав вагонного электрооборудования входят:

- аппаратура коммутации, защиты и распределения электроэнергии, размещаемая в пульте управления ПУ;
- ящик с высоковольтной аппаратурой ЯВ, размещаемый под вагоном;
- ящик с регулирующей аппаратурой вентилятора вагона ЯР.

Потребителями электроэнергии вагона являются: котел (линия 3) с нагревательными элементами E3 и E4, вагонный вентилятор (электродвигатель M 1, линия 6), системы освещения (линия 21), пожарной сигнализации УПС (линия 19) и пожаротушения (пожарный насос — линия 33, электродвигатель M4). Контроль за температурным режимом осуществляют температурные датчики (линии 5, 11, 13, 25). ПОБП обеспечивает питанием электродвигатель насоса перекачки воды M3 (линия 26) и электроаппаратуру системы санитарной обработки воды (ССОВ) E19 (линия 31).

Кроме системы пожаротушения вагона в схеме предусмотрено пожаротушение пульта управления. Для этого в нем размещена УГП, работающая автоматически по сигналам пожарных извещателей УПС (линия 19). Для обеспечения ручного пуска огнегасящего состава УГП в купе проводников предусмотрен ПДП (линия 24).

Включение пожарного насоса производится автоматическими выключателями Q41, Q42, установленными в разных концах вагона. При включении электродвигателя М4 (линия 33) вода из системы водоснабжения вагона поступает в пожарную магистраль.

В ЯВ находится аппаратура управления и защиты высоковольтного отопления. Насос отопления М2 (линия 32) питается от бортовой сети.

От ПОБП получает питание электродвигатель насоса перекачки воды М3 (линия 26) и электроаппаратура ССОВ Е19 (линия 31), обеспечивающая обеззараживание воды.

Помимо пожарной, в вагоне предусмотрены следующие виды сигнализации:

- хвостовые сигнальные фонари (ФХС) по торцам вагона (линия 20);
- вызывная (звонковая), обеспечивающая подачу сигнала на вызов проводника;
- сигнализация налива воды (линия 23);
- сигнализация о занятости туалетов (линия 22);
- сигнализация системы контроля нагрева букс;
- сигнализация целостности изоляции проводов.

Источниками электроэнергии на вагоне являются:

- подвагонный генератор G (линия 14—16) типа ЭГВ.01.У1;
- аккумуляторная батарея GB (линия 14—16);
- низковольтная подвагонная магистраль 50 В М-50 (линия 1);
- высоковольтная подвагонная магистраль 3000 В (линия 2) М-3000.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначена сигнализация замыкания на корпус?

2. Сколько режимов имеет система освещения лампами накаливания?
3. Для чего предназначено реле максимального напряжения?
4. Для чего предназначено реле пониженного напряжения?

Лабораторная работа № 9

Исследование устройства подвагонных ящиков пассажирского вагона

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обобщить ранее изученные темы.
Изучить конструкцию подвагонных ящиков.

ОБОРУДОВАНИЕ

Пассажирский вагон.
Инструкционные карты, раздаточный материал

ХОД РАБОТЫ

1. Исследовать конструкцию аккумуляторного подвагонного ящика.
2. Исследовать конструкцию высоковольтного подвагонного ящика.
3. Исследовать конструкцию подвагонного преобразователя частоты.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

Теоретический материал

Подвагонный высоковольтный ящик (рисунок 1) предназначен для подключения высоковольтных потребителей вагона к высоковольтной магистрали.

В ящике располагаются:

- главный предохранитель 2, рассчитанный на ток 25 А, с держателем;
- два групповых предохранителя 5 и 5 на ток 10 А;
- предохранитель 9 цепи сигнализации наличия высокого напряжения на ток 3 А;
- два высоковольтных электромагнитных контактора 6 и 7;
- элементы сигнализации наличия высокого напряжения, состоящей из реле напряжения 4, четырех диодов, соединенных мостом, сглаживающего конденсатора и гасящих резисторов;
- низковольтная блокировка / и главный разъединитель 10 (для предохранения обслуживающего персонала от случайного поражения электрическим током).

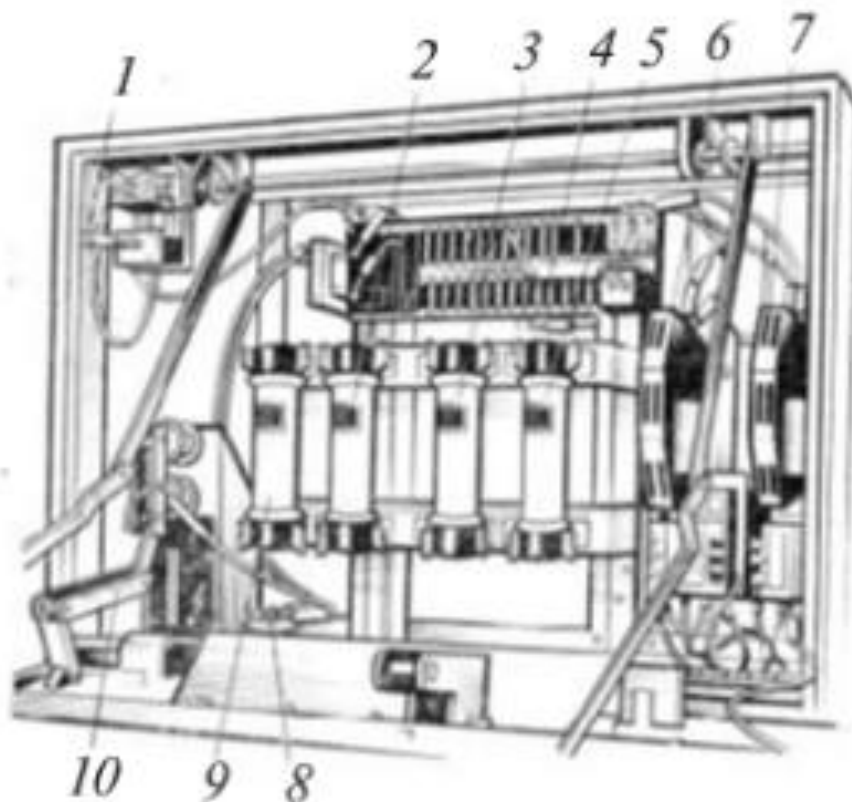


Рисунок 1 – Высоковольтный подвагонный ящик

При открывании ящика, когда оборудование в нем находится под высоким напряжением, низковольтная блокировка разрывает цепь питания катушек высоковольтных контакторов и они отключаются. Таким образом снимается высокое напряжение. Затем главный разъединитель, отключив оборудование от магистрали, заземляет его.

На дне ящика находятся сборная минусовая шина 8, соединенная с корпусом, и две пробки для слива конденсата.

Крышка ящика снабжена замком, который открывается специальным единым высоковольтным блокировочным ключом отопления. Этим же ключом подают высокое напряжение на состав с электровоза, закрывают или открывают высоковольтные рабочие и нерабочие розетки междвагонных соединений и защитный кожух котла. На ручке каждого ключа указаны его принадлежность предприятию, наименование станции, дороги, порядковый номер.

Подвагонный аккумуляторный ящик.



Рисунок 2 – Подвагонный аккумуляторный ящик



Рисунок 3 – блок предохранителей на торце аккумуляторного ящика

Ящик аккумуляторной батареи (рисунок 2) предназначен для размещения в нем аккумуляторной щелочной батареи.

Металлический ящик состоит из стального корпуса со съёмной передней крышкой и выдвинутых поддонов, на которые установлен комплект аккумуляторных элементов. Конструкция ящика предусматривает надёжную естественную вентиляцию внутри него и подъёмную верхнюю крышку для удобства обслуживания батареи непосредственно на вагоне. Так как аккумуляторный ящик не изолирован от корпуса вагона, внутренняя конструкция ящика предусматривает изоляцию между корпусом и элементами.

Снаружи ящика установлен клеммник для подсоединения проводов внешнего и внутреннего монтажа и два блока с предохранителями типа ПП-28 на 31,5 А каждый, для защиты электрических цепей (обозначение по схеме ПА1 и ПА2).

Подвагонный преобразователь частоты.

Назначение:

- Обеспечение питания потребителей постоянного тока;
 - Регулирование напряжения при питании от генератора или внешней сети;
- сети;
- Управление пуском, торможением и защитой электродвигателей УКВ;
 - Заряд АКБ по заданному графику с температурной коррекцией напряжения заряда.



Рисунок 4 – Подвагонный преобразователь частоты

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен подвагонный преобразователь частоты?
2. Перечислите элементы конструкции аккумуляторного подвагонного ящика.
3. Перечислите конструкцию высоковольтного подвагонного ящика.

Лабораторная работа № 10

Определение конструктивных особенностей устройства распределительных щитов секции БМЗ-5. Выполнение работ по порядку включения потребителей

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обобщить ранее изученные темы.
Изучить конструкцию распределительных
щитов секции БМЗ-5.

ОБОРУДОВАНИЕ

Рефрижераторная секция БМЗ-5.
Инструкционные карты, раздаточный
материал

ХОД РАБОТЫ

1. Исследовать конструкцию электрооборудования рефрижераторной секции.

2. Исследовать конструкцию распределительного щита секции БМЗ-5.
3. Провести работы по последовательному включению потребителей.
4. Сделать вывод о проделанной работе.

Теоретический материал

В дизельном отделении размещены два дизель-генератора.

Каждый дизель-генератор обеспечивает электроэнергией половину потребителей секции. Параллельная работа двух генераторов на одни шины не допускается. При работе одного генератора напряжение может подаваться на шины всех вагонов секции. В этом случае, чтобы не перегрузить генератор, необходимо часть потребителей выключать. Дизели имеют автоматически действующую защиту от повышения сверх установленного предела температуры охлаждающей воды, повышения температуры масла в системе смазки, снижения давления масла, снижения уровня воды в системе охлаждения и повышения скорости вращения дизеля. Все электрооборудование защиты дизеля смонтировано в блоке автоматики, который установлен на дизеле. Приборы контроля за работой генераторов (вольтметры, амперметры, частотомеры), управления работой холодильных и отопительных установок и сигнализации смонтированы на главном распределительном щите (рисунок 1), установленном в кабине управления, отделенной от помещения дизель-электростанции звукоизолированной перегородкой. В этой же кабине размещен щит постоянного тока и самозаписывающий прибор контроля температуры воздуха в грузовых вагонах.

Организация работы бригады.

Работа по обслуживанию секции или АРВЭ организуется в соответствии с графиком дежурств механиков, документацией заводов - изготовителей, руководящими документами депо приписки.

При составлении графика дежурств должны соблюдаться следующие требования:

- переход механиков из ночной смены в дневную и из дневной в ночную должен осуществляться не реже, чем 1 раз в неделю;

- порядок предоставления перерыва для отдыха и питания механиков устанавливается правилами внутреннего трудового распорядка депо приписки;

- между отопительными сезонами при нахождении секции или АРВЭ в порожнем состоянии дежурство устанавливается только в дневное время суток.

Работники бригады обязаны своевременно и правильно вести техническую документацию, состоящую из маршрута формы ВУ-83, рабочего журнала формы ВУ-85, журнала учета неисправностей оборудования формы ВУ-87.

Подача служебных телеграмм и соответствующих заявок должна производиться с предъявлением служебного удостоверения и маршрута формы ВУ-83 в двух экземплярах с оставлением копии у механика, ответственного за работу на секции или АРВЭ.

Работник, принявший служебную телеграмму, обязан расписаться на копии и заверить ее штампом телеграфа или станции, если телеграмма передается через дежурного по станции или маневрового диспетчера.

В случае нахождения секции или АРВЭ в удаленном парке железнодорожной станции механик, ответственный за работу на секции или АРВЭ, имеет право передавать служебные телефонограммы по служебному телефону.

Передача служебных телефонограмм по служебному телефону производится с предъявлением по месту обращения служебного удостоверения и маршрута формы ВУ-83.

Дежурный механик обязан:

- контролировать температуру в грузовых помещениях вагонов по показаниям дистанционных термометров через каждые 4 часа, а также переносной термостанции не реже, чем через каждые 12 часов, показания регистрировать в рабочем журнале. Замеры следует производить на

технологических стоянках поезда, при отсутствии давления воздуха в тормозной магистрали;

- своевременно, правильно и четко вести записи установленной формы в журналах секции или АРВЭ;

- производить работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования вагонов с обязательным соблюдением требований техники безопасности;

- поддерживать в дизельном и служебном помещениях вагона необходимые температуру воздуха и уровень освещения;

- требовать от работников станции обеспечения сохранности оборудования вагонов при погрузке и выгрузке секции или АРВЭ;

- по окончании смены записать в рабочий журнал формы ВУ-85 число часов работы каждого агрегата (при наличии счетчика моточасов наработка определяется по счетчику), устранить неисправности в работе оборудования с отметкой в журнале "ремонт оборудования", убрать служебное и дизельное помещения, сдать смену и расписаться о сдаче смены в рабочем журнале.

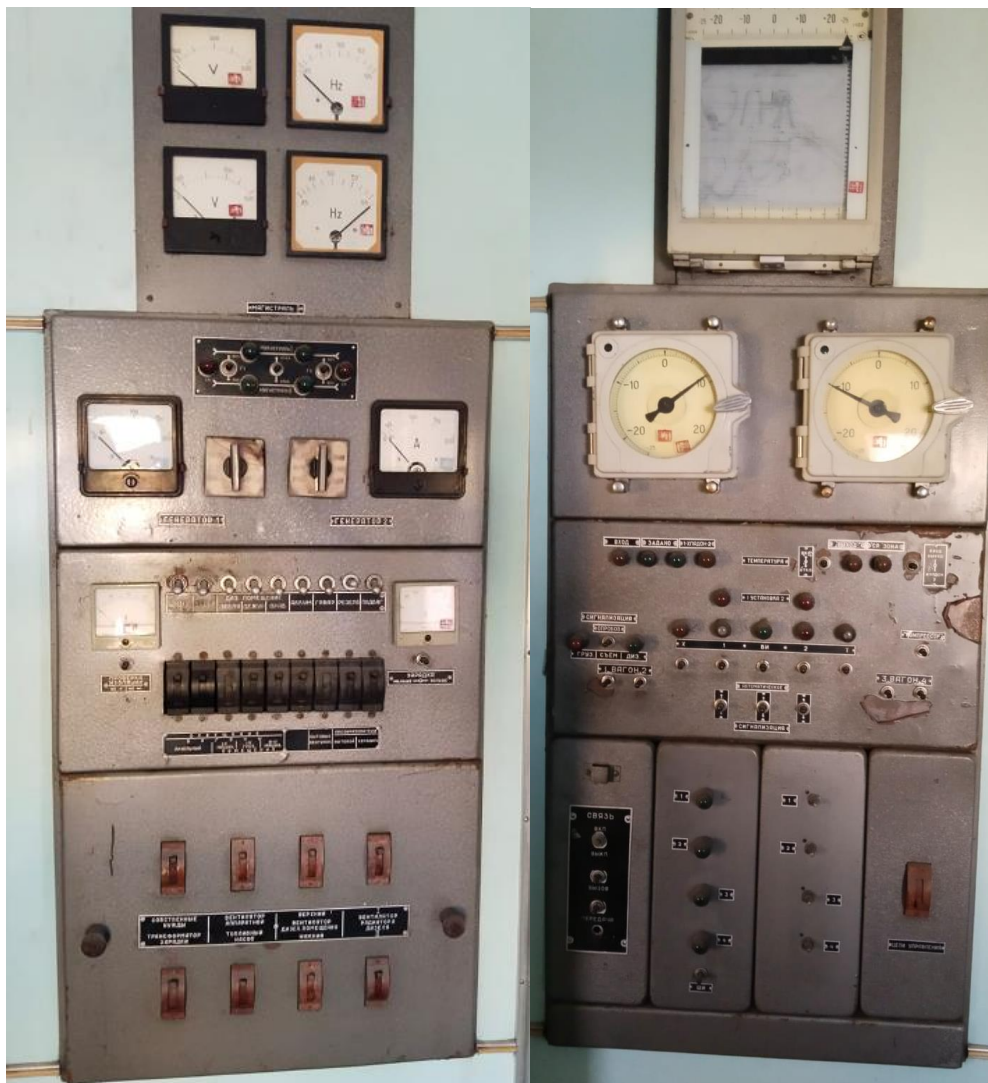


Рисунок 1 – Пульты управления электрооборудованием рефрижераторной секции БМЗ - 5

Контрольные вопросы:

1. Какое количество дизель – генераторных установок применяется в рефрижераторной 5-ти вагонной секции?
2. Перечислите элементы конструкции распределительного щита.
3. Перечислите элементы конструкции вагона управления секцией БМЗ.

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Электромагнитные устройства и электрические машины : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. И. Киселев, Э. В. Кузнецов, А. И. Копылов, В. П. Лунин ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 233 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17355-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/532922>

2. Электроника: электрические аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10370-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517771>

3. Шичков, Л. П. Электрический привод : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. П. Шичков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 355 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17667-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/533504>

Дополнительные источники

1. Кобаская, И. А. Технология ремонта подвижного состава: учебное пособие для СПО [Текст] / И. А. Кобаская. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. — 288 с.

2. Клименко, Е. Н. Обеспечение грузовых перевозок на железнодорожном транспорте [Текст] / Е.Н. Клименко. - М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2017. - 125 с.

3. Леоненко, Е. Г. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения [Текст] / Е. Г. Леоненко. - М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2017. - 222 с.

4. Понкратов, Ю. И. Электрические машины вагонов [Текст] / Ю. И. Понкратов. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 191 с.

5. Понкратов, Ю. И. Электронные преобразователи вагонов [Текст] / Ю. И. Понкратов. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 194 с.

Основные электронные издания

1. Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте: сайт / УМЦ ЖДТ. – URL: <https://umczdt.ru/books>.

Электронные образовательные ресурсы

1. www.studentlibrary.ru
2. <http://tihtgt.ru>.