

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

О.В.Бунич

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ПМ 01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава
(Электроподвижной состав)

МДК01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного
состава

Тема 1.5 Электрическое оборудование ЭПС

по специальности

23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Тихорецк
2015


Заместитель директора по
учебной работе
Н.Ю. Шитикова
01.09 2015г.

Методические рекомендации по выполнению практических занятий по ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (*Электроподвижной состав*) МДК01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава Тема 1.5 Электрическое оборудование ЭПС по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог составлены в соответствии учебной рабочей 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.В.Бунич, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС

Рекомендована цикловой комиссией № 9 «Специальности 23.02.06».
Протокол заседания № 01 от 01.09.2015 г

СОДЕРЖАНИЕ

- 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
- 2 ПЕРЕЧЕНЬ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
- 3 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ПОДГО-
ТОВКЕ
- 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО
ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ
- 5 ОБРАЗЕЦ ОТЧЕТА ПО РАБОТАМ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методическая разработка рекомендации для подготовки к лабораторным работам по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

ПМ 01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава
(Электроподвижной состав)

МДК01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава

Тема 1.5 Электрическое оборудование ЭПС

Данная методическая разработка содержит перечень работ, список используемой литературы, методические рекомендации по работе с литературой по блокам вопросов. Весь курс дисциплины предусматривает 10 разделов :

РАЗДЕЛ 1 Общие сведения об электрическом оборудовании.

РАЗДЕЛ 2 Коммутационные аппараты силовых цепей

РАЗДЕЛ 3 Токоприемники.

РАЗДЕЛ 4 Аппараты защиты электрооборудования

РАЗДЕЛ 5 Параметрические аппараты

РАЗДЕЛ 6 Аппараты управления

РАЗДЕЛ 7 Аппараты автоматизации процессов управления

РАЗДЕЛ 8 Аппараты личной безопасности и безопасности управления поездом

РАЗДЕЛ 9 Измерительные приборы, аппараты сигнализации

РАЗДЕЛ 10 Техническое обслуживание и ремонт электрических аппаратов

Последовательность изложения изучаемого материала позволяет легче усвоить материал и применить полученные знания на производственной практике, при , дипломного проекта.

2.ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторное занятие № 1\1 «Исследование конструкции
электромагнитного контактора МК -63

Лабораторное занятие № 1\2 «Исследование конструкции
электромагнитного контактора МК -63

Лабораторное занятие № 2\1 «Исследование конструкции
электропневматического контактора ПК-96

Лабораторное занятие № 2\2 «Исследование конструкции
электропневматического контактора ПК-96

Лабораторное занятие № 3 «Изучение конструкции и
проверка действия группового переключателя реверсора

Лабораторное занятие № 4\1-2 Исследование конструкции
и работы токоприемника Л13у

Лабораторное занятие № 5 Исследование конструкции
и работы быстродействующего выключателя ВОВ-25А-10/40

Лабораторное занятие № 6

Исследование конструкции и работы защитных реле
реле боксования РБ-469.

Лабораторное занятие № 7 Исследование конструкции
и работы аппарата автоматизации процессов управления
контроллер машиниста КМЭ- 70

Лабораторное занятие № 8 Исследование конструкции
и работы низковольтного электронного блока РН-41

Лабораторное занятие № 8 Исследование конструкции
и работы промежуточного реле.

Лабораторное занятие № 10

Техническое обслуживание высоковольтного оборудования

Лабораторное занятие № 11

Техническое обслуживание низковольтного оборудования

4.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные (практические) занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных (практических) работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений. При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам и/или сравнения с известными в литературе данными и/или данными других студентов. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

В данном разделе указывается перечень средств обучения, формулируется цель проведения и содержание каждой лабораторной работы.

На практических занятиях по техническим дисциплинам нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия строятся следующим образом:

1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).
2. Беглый опрос.
3. Решение 1-2 типовых задач у доски.
4. Самостоятельное решение задач.
5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в

начале следующего).

Из различных форм СРС для практических занятий на старших курсах наилучшим образом подходят “деловые игры”. Тематика игры может быть связана с конкретными производственными проблемами или носить прикладной характер, включать задачи ситуационного моделирования по актуальным проблемам и т.д. Цель деловой игры - в имитационных условиях дать студенту возможность разрабатывать и принимать решения.

При проведении семинаров и практических занятий студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами (творческими бригадами), каждая из которых разрабатывает свой проект (задачу). Выполненный проект (решение проблемной задачи) затем рецензируется другой бригадой по круговой системе. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий позволяет вводить в задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

Активность работы студентов на обычных практических занятиях может быть усилена введением новой формы СРС, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свое индивидуальное задание (вариант), при этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи преподаватель дает лишь общие методические указания (общий порядок решения, точность и единицы измерения определенных величин, имеющиеся справочные материалы и т.п.). Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем приучает студентов грамотно и правильно выполнять технические расчеты, пользоваться вычислительными средствами и справочными данными. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Другая форма СРС на практических занятиях может заключаться в

самостоятельном изучении принципиальных схем, макетов, программ и т.п., которые преподаватель раздает студентам вместе с контрольными вопросами, на которые студент должен ответить в течение занятия.

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода.

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ.

Поэтому при выполнении работы необходимо:

- 1 Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
2. Проверить планы выполнения лабораторных работ, подготовленный студентом дома (с оценкой).
3. Оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).
4. Проверить и выставить оценку за отчет.

5 ОБРАЗЕЦ ОТЧЕТА ПО РАБОТАМ

Лабораторная работа №1

«Исследование конструкции электромагнитного контактора МК»

Цель: изучить конструкцию и проверить работу МК

Оборудование и раздаточный материал:

1. электромагнитный контактор МК,

2. штангель-циркуль,

3. тестор,

4. таблицы .

Краткие теоретические сведения

На электровозах переменного тока электромагнитные контакторы используются для включения асинхронных двигателей вспомогательных машин, печей обогрева кабин двигателя переключателей ступеней.

Для включения 3-х фазных двигателей вспомогательных машин используют 2-х полюсные катушки, а в остальных цепях контакторы, как с замыкающими силовыми контактами так и с размыкающими, электромагнитные контакторы МК по конструкции подвижной системы делят на две группы: к первой относят контакторы с мостиковой « контактной системой, ко второй группе - контакторы с поворотной контактной системой.

В данном случае рассмотрим контактор МК - 63 с мостиковой системой.

Все узлы контактора смонтированы на магнитопроводе (4). Изоляция токоведущих частей выполнена с запасом на напряжение 600 В. Контактные напайки подвижных (1) и не подвижных (2) контактов для * большей проводимости и повышения их надежности, сделаны из композиции с примесью серебра.

Переключение контактов при включении контактора, воздействие производится

траверсой (8) на которую воздействует приводной рычаг якоря (7). При выключении контактора подвижная система возвращается в исходное положение под воздействием возвратной пружины (5).

Работа контактора

При подаче напряжения на включающую катушку, якорь подтягивается к сердечнику под действием электромагнитных сил, поворачивается против часовой стрелки и сообщает поступательное напряжение вверх траверсе с мостиковыми контактами. Каждый мостик замыкает 2-ва неподвижных контакта. Мостик так же как и неподвижные контакты изолированы друг от друга. Блок контакты переключаются кронштейном укрепленным на якоре. Отключение контактора происходит при снятии напряжения с катушек под воздействием отключающей пружины. Пружина отжимает вниз коромысло, которое траверсу с мостиковыми контактами перемещает вниз и поворачивает, якорь по часовой стрелке. Проверка МК - 63. Подаем напряжение на трансформатор (понижающий) от трансформатора ток поступает на электромагнит, который приводит в действие контактор

Классификация электрических аппаратов

Электрические аппараты, устанавливаемые на тепловозе, можно разделить по функциональному назначению на несколько групп: *коммутационные, аппараты управления, регулирования, защиты и контроля.*

Коммутационные аппараты

Коммутационные аппараты предназначены для выполнения переключений в электрических цепях. К ним относятся:

- реле;
- контакторы;
- переключатели.

Реле предназначены для дистанционного управления коммутацией низкотоковых и низковольтных цепей.

Коммутационные аппараты, обеспечивающие возможность дистанционного

управления коммутацией силовых цепей, называются контакторами.

Характерной особенностью реле и контакторов является наличие у их контактной системы только двух возможных состояний: включено (на рис.1.1 этому состоянию соответствуют наличие напряжения на катушке и, соответственно, притянутое положение якоря) и выключено (на рис.1.1 ему соответствуют обесточенное состояние катушки и отпущенное состояние якоря).

Переключателем называется коммутационный аппарат, контактная группа которого может находиться в трех и более положениях, которые у некоторых аппаратов называются позициями. Как правило, контактные группы переключателей включают несколько контактов; различные положения (позиции) переключателя отличаются комбинацией замкнутых и разомкнутых контактов.

Различают переключатели силовые, выполняющие переключения в силовых (силовых) цепях и имеющие, как правило, специальное приводное устройство с дистанционным управлением, и ручные (ручные) переключатели, применяемые для одновременной коммутации нескольких силовых цепей.

Работа контактного соединения

К неподвижным контактным соединениям относятся такие, которые в процессе работы не разъединяются (соединения шин, кабельных наконечников и т.п.). К подвижным контактным соединениям относятся контакты электрических аппаратов, которые в процессе работы разъединяются. Увеличение сопротивления при окислении поверхностей наиболее заметно у медных и алюминиевых контактов. Чтобы неподвижные контактные соединения не окислялись их поверхности подвергаются лужению. Основными параметрами, характеризующими работу контактного соединения, являются:

- *контактное сопротивление;*
- *нажатие контактов;*
- *расторг (разрыв);*
- *провал, притирание.*

Контактное сопротивление определяется переходным контактным сопротивлением и сопротивлением поверхностных пленок

$$R_k = R_{\text{пер}} + R_{\text{п}},$$

где $R_{\text{пер}}$ - контактное сопротивление;

$R_{\text{п}}$ - сопротивление поверхностных пленок.

Величина контактного сопротивления зависит от силы нажатия, материала, температуры и качества обработки соприкасающихся поверхностей, и формой контакта. Материал контактов должен обладать малым удельным сопротивлением, хорошей износостойкостью, иметь высокую температуру плавления, повышенную стойкость к окислению. Чаще всего контакты изготавливают из меди, которая окисляется, но имеет высокую прочность и износостойкость. Это позволяет допускать большие контактные нажатия, которые приводят к увеличению площади пятна контакта (см. рис.1.2) и снижению вследствие этого переходного сопротивления. При этом контактные поверхности подвергаются лужению, что приводит к снижению переходного сопротивления за счет их покрытия более мягким легко деформируемым материалом.

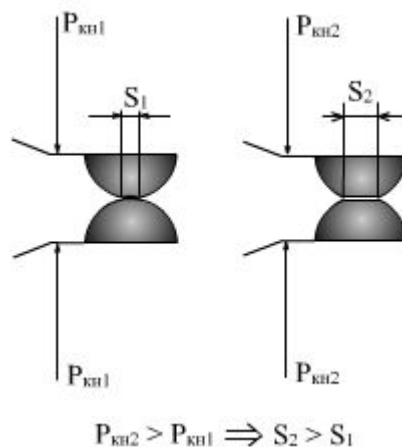


Рис.1.2. Пятно контакта в точечном
актном соединении.

Поверхностная окисная пленка на контактных поверхностях образуется вследствие окисления материала контактов кислородом воздуха, вследствие чего интенсивность ее образования в первую очередь зависит от материала контактов. Как

правило, удельное сопротивление окисной пленки больше удельного сопротивления материала контактов, что вызывает повышенный нагрев контактного элемента при прохождении по нему тока и может привести к оплавлению контактов, изменению формы их поверхностей и увеличению переходного сопротивления. Для уменьшения интенсивности образования окисной пленки на медных контактах на них часто наносят слой мягкого оловянного сплава – полуды. Полуда позволяет также уменьшить переходное сопротивление контакта. Разрушению окисной пленки способствует увеличение контактного нажатия. Хорошей устойчивостью к образованию окисной пленки обладает серебро и некоторые сплавы на его основе, поэтому контакты слаботочных аппаратов часто изготавливают из сплавов серебра, а контактные поверхности контактов сильноточных аппаратов покрывают слоем серебра вместо полуды (серебрят). В подвижных контактных соединениях слой покрытия стирается в процессе работы, поэтому их защищают от окисления путем мазки тонким слоем технического вазелина.

Усилие, создаваемое контактной пружиной в точке конечного касания контактов (при полностью включенном контакторе), называется конечным нажатием.

Усилие, создаваемое контактной пружиной в точке первоначального касания контактов называется начальным нажатием.

Конечное и начальное нажатия являются важными эксплуатационными показателями, так как нагрев контактов в значительной степени зависит от конечного давления, уменьшенное начальное нажатие приводит к оплавлению и привариванию контактов, а увеличенное значение его приводит к нечеткому срабатыванию контактора и к застреванию якоря в промежуточном состоянии.

Кратчайшее расстояние между контактными поверхностями подвижного и неподвижного контактов в разомкнутом состоянии называется раствором. Его величина S (см. рис.1.3) указывается в технических данных электрических аппаратов. Раствор создает необходимый изоляционный воздушный или вакуумный промежуток между контактами. Большая величина раствора не может обеспечить нормального нажатия и притирания, а малая величина может вызвать перекрытие электрической дуги между контактами.

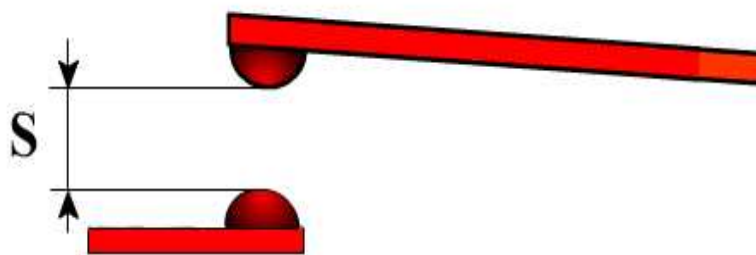


Рис.1.3. Раствор контактов

В процессе включения контактов происходит их относительное скольжение и перекатывание. Скольжение разрушает пленку поверхностного окисления, перекатывание удаляет рабочую точку контактов от места включения и отключения, т.е. от места разрыва контактов. Это уменьшает износ контактов от точки соприкосновения до конечного рабочего положения называется притиранием контактов (рис.1.4, кадры 1-5).

В процессе притирания решаются одновременно две задачи:

- 1) разрушается окисная пленка и шлифуются поверхности контактов;
- 2) рабочая поверхность контактов, соответствующая их конечному положению (точка 3 на рис.1.4, кадр 5 при замыкании), смещена от точки их первого касания при замыкании (точка 1 на рис.1.4, кадр 3 при замыкании).

Для лучшего притирания системы подвижного контакта его нужно сконструировать так, чтобы возможно было обеспечить продолжение его движения после начала соприкосновения контактов. При этом после соприкосновения до положения полного включения подвижный контакт будет перекатываться и скользить по поверхности неподвижного, а контактный рычаг (якорь) переместится на определенное расстояние и отойдет от контактодержателя. Если при полностью включенном аппарате убрать неподвижный контакт, то подвижной контакт будет перемещаться до тех пор, пока контактодержатель не соприкоснется с рычагом. Это расстояние называется провалом - S_p (рис.1.5).

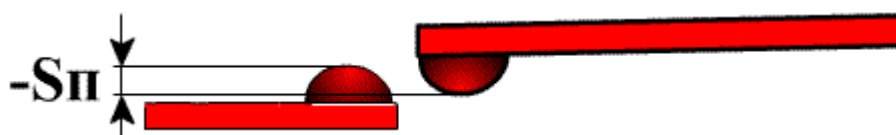
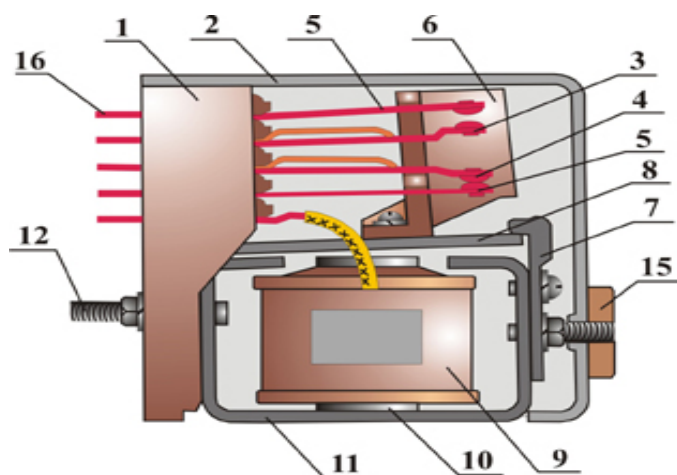


Рис.1.5. Провал контактов

Помимо притирания, провал обеспечивает также в пределах допусков работу контактора при изношенных контактах.

реле ТРПУ-1



Магнитная система реле состоит из скобы 11, сердечника 10 с катушкой 9 и плоского якоря 8. Ход якоря ограничивается угольником 7; возврат якоря происходит под действием пружины 13. На якоре установлена пластмассовая траверса 6, воздействующая на подвижные пластины 5 замыкающих 3 и размыкающих 4 контактов. На траверсе имеются три перегородки, разделяющие вертикальные ряды контактов, что препятствует перебросу дуги при коммутации цепей, в которых протекают относительно большие токи, двумя рядом расположенными контактами. Контактные пластины 16 и выводы катушки зафиксированы на пластмассовом корпусе 1, который соединяется со скобой 11 планкой 14. Контактная система закрывается кожухом 2, который фиксируется к скобе посредством винта 15.

Крепление реле к несущей планке осуществляется при помощи шпильки 12. Все детали реле соединяются между собой несколькими винтами, которые на рисунке на обозначены. При подаче напряжения на катушку 9 якорь 8 реле притягивается к скобе 11, действуя на траверсу 6, что приводит к замыканию замыкающих 3 и размыканию размыкающих 4 контактов. При снятии напряжения с катушки 9 возвратная пружина 13 возвращает якорь 8 в исходное положение, что приводит к размыканию замыкающих 3 и замыканию размыкающих 4 контактов. Работа реле ТРПУ-1 показана на рис.2.5.

Таблица 2.1. Характеристика реле ТРПУ-1

Реле	Номинальное напряжение, В	Длительный ток контактов, А	Количество контактов		Напряжение питания, В
			Замыкающих	Размыкающих	
ТРПУ-1-412	220	6	6	2	24, 75, 110
ТРПУ-1-413	220	6	4	4	24, 75, 110

Таблица 2.2. Характеристика катушек реле ТРПУ-1

Реле	Напряжение питания, В	Число витков	Сопротивление катушки, Ом	Диаметр провода, мм	Марка провода
ТРПУ - 1	24	3250	107	0,23	ПЭТВЛ1
	75	10000	1050	0,13	ПЭТВЛ1
	110	14600	2250	0,11	ПЭТВЛ1

Реле Р-45М.

На тепловозах применяют несколько модификаций этого реле в зависимости

от числа и типа контактов. Реле исполняются с двумя видами контактов - пальцевыми и мостиковыми.

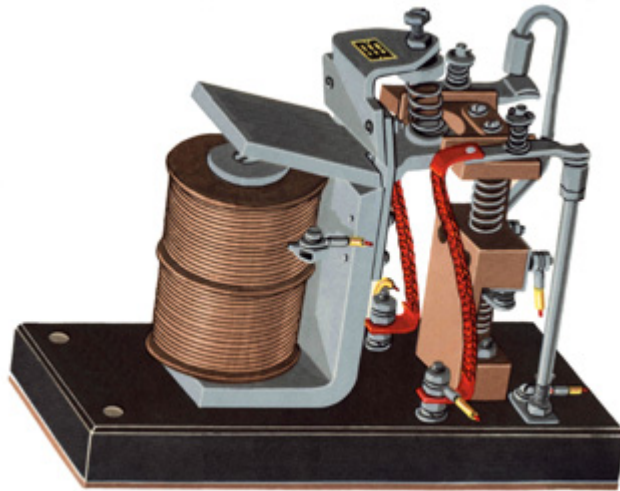


Рис.2.6. Внешний вид реле Р-45М

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение контактора
- 2 Практическое изучение реле управления ТРПУ-1 (РА-441):
 - электромагнитный привод реле;
 - контактная система реле.
3. Замеры-проверки состояния контактов электроаппаратов:
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу МК

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции контактора
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы контактора
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен контактор ?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмотки?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контактора..
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах?

Лабораторная работа №2

Исследование конструкции и принципа работы электропневматического контактора».

Цель: изучить конструкцию и проверить работу электропневматического контактора

Оборудование и раздаточный материал:

1. электромагнитный контактор ПК,
2. штангель-циркуль,
3. тестор,
4. таблицы .

Краткие теоретические сведения

Пневматический контактор ПК - 96 предназначен для включения и выключения силовых цепей электровоза.

Техническая характеристика ПК - 96.

Номинальное напряжение между контактами - 1500 В. Номинальный ток - 1000 А.

Пневматический контактор состоит из следующих узлов: пневматического привода (2), дугогасительной камеры (11), электрической блокировки (1). Все узлы и детали контактора смонтированы на изоляционной панели (3). Узел неподвижного контакта (8) состоит из кронштейна (9), дугогасительной катушки (10), главного контакта (12, 13) и дугогасительного контакта (7, 8). На кронштейне подвижного контакта (5) укреплен рычаг (6), несущий контакто - держатель с главным контактом и

дугогасительным контактом. Главные контакты имеют накладку из композиции и предназначены для прохождения через них длительного тока.

Дугогасительные контакты имеют накладку из композиции медь - вольфрам и предназначены для коммутации силового тока. Рычаг изоляционной тяги связан со штоком привода (4) контактора. Привод состоит из следующих узлов: цилиндр, отключающая пружина, шток, поршень и электромагнитный вентиль. Для гашения дуги применяются одноцелевая камера, выполненная из жаропрочного материала.

Работа контактора. При подаче напряжения на ЭПВ открывается доступ сжатого воздуха в пневматический цилиндр. Под действием сжатого воздуха поршень поднимается вверх. Преодолевая усилие отключающей пружины, поднимает рычаг на котором установлены разрывной и главный контакт. С начала замыкаются разрывные, а затем главные. Для отключения контактора необходимо снять напряжение с ЭВП и под действием отключающей пружины, поршень движется вниз тем самым разрывает контакты, дуга образующаяся при разрыве контактов под действием магнитного потока, образуемого дугогасительной катушкой, выдувается в дугогасительную камеру, где она гасится. Проверка работы контактора. Подаем напряжение на понижающий трансформатор, затем включаем компрессор, накачиваем давление 0,5 МПа, включаем тумблер магнитных контакторов, если контактор сработал значит он пригоден для использования.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение контактора
- 2 Практическое изучение ПК(96;14):
 - электропневматический привод реле;
 - контактная система реле.
3. Замеры-проверки состояния контактов электроаппаратов:
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;

- профиль контактов, их состояние, материал.

4. Проверить работу ПК

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции контактора
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы контактора
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен контактор?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмотки?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контактора..
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах?

Лабораторная работа №3

«Исследование конструкции и принципа работы реверсора.

Оборудование и раздаточный материал:

1. групповой переключатель,
2. штангель-циркуль,
3. тестор,
4. таблицы

Краткие теоретические сведения

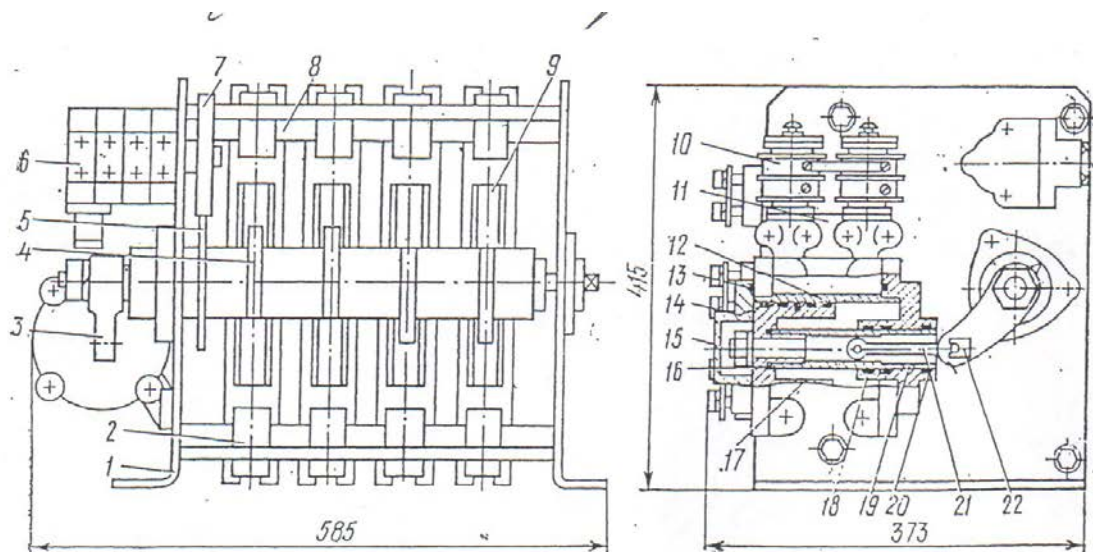
Характеристика ПКД-142.

Длительный ток по нагреву – 950 А.

Напряжение силовой цепи – 3000 В.

Давление сжатого воздуха – 0,5 МПа.

Количество фиксированных позиций – 2.



Переключатель представляет собой аппарат кулачкового типа. Все элементы

собирают на двух боковых (1)(рис.1). На изоляционной части (8) установлены и кулачковые контактора (9), прижатые хомутами (2).

Переключение элементов происходит кулачковыми валами (4) приводимые во вращение двух позиционным пневматическим приводом.

Пневматический привод состоит из цилиндра (12) с крышками (15 и 18), поршни (17) двухстороннего действия, штока поршня (19), воздухораспределительной коробки (11) с двумя включающимися электромагнитами вентиля (10). Уплотнение штока в направляющей крышке и поршне выполняют резиновыми манжетами (14 и 22). Место соединения крышек и воздухораспределительной коробки и цилиндром, поршни со штоком уплотнены специальными резиновыми кольцами (13, 16 и 20).

Кулачковый контактор является составляющим элементом, собранным на двух изоляционных частях (1)(рис.2) одновременно неподвижными контакторами и выводами. Средние стойки являются шарнирной опорой для вращающегося контакторного рычага. Когда ролик рычага (4) накатывается на выступ кулачковой шайбы (5), контакты расположены к этому ролику замыкаются, а с противоположной стороны ролика размыкаются.

На боковые переключатели, где расположен привод узел электрической блокировки (6)(рис.1).

Блокировки состоят из кулачковых малогабаритных контакторов. Кулачковый автоматической блокировки связан с главным кулачковым валом через вал шестерни (5 и 7).

Сжатый воздух через (кривошипно-шатунный механизм) 1 из 2 электромагнитных вентилей поступает в левую или правую часть цилиндров. Поступательное движение воздуха через кривошипно-шатунный механизм (3) преобразуется во вращательное движение кулачкового вала. Шайба переключает кулачковый элемент, включая ту или иную группу контактов. Переключатель имеет два фиксированных положения.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение групповой переключателя ПКД-142
- 2 Практическое изучение ПКД:
 - электропневматический привод реле;
 - контактная система реле.
3. Замеры-проверки состояния контактов электроаппаратов:
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу группового переключателя ПКД

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции контактора
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы контактора
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен групповой переключателя ПКД?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмотки?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контактора..
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах?

Лабораторное занятие № 4

«« Исследование конструкции и работы токоприемника Л13у».

Оборудование и раздаточный материал:

1. токоприемник Л13у,
2. штангель-циркуль,
3. тестор,
4. таблицы

Краткие теоретические сведения

Токоприемник предназначен для передачи с помощью скользящего контакта электрической энергии от контактного провода к электрическому оборудованию электровоза.

Технические данные

$I_{ном} = 550 \text{ А}$ (при движении), (на стоянке) 50 А

Давление в цилиндрах 5 атм.

Скорость движения до 160 км/ч

Время подъема 7-10 секунд

Максимальная высота 2,1 м.

Рабочая высота 0,4 – 1,9 м.

Токоприемник состоит из: основание, подвижных рам, несущих каретки и

контактное устройство (полоз) и подъемно-опускающего механизма.

Основание выполнено в виде сварной рамы. Нижние подвижные рамы включают в себя: поворотные трубчатые валы, установленные шарнирно в опорных швеллерах основания, с помощью съемных полуосей.

Верхние подвижные рамы состоят из: скрепленных трубой по диагонали 2-х продольных труб, на концах которых размещены шарниры.

Полос: имеет отогнутые вниз рога исключая попадание контактного провода под полос на воздушных стрелках.

Подъемно-опускающий механизм состоит из: пневмо-привода и подъемных пружин, системы тяг и рычагов соединенных с валами нижних рам.

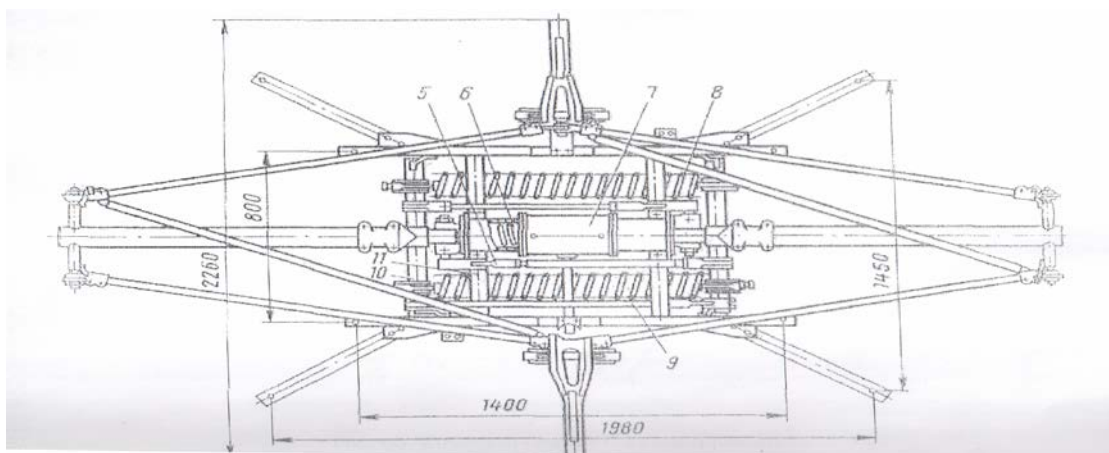
Пневмо-привод 2-х стороннего действия установлен на основании и имеет правый и левый пневмо-цилиндры. Для обеспечения безударного опускания верхних рам, на основании установлены 2 амортизатора.

При подаче воздуха в пневмо-привод поршни цилиндров сжимают опускающие пружины и под действием усилия подъемных пружин происходит проворот валов и происходит подъем нижних и верхних рам токоприемника.

Синхронность тяги обеспечивают вертикальный подъем.

Для опускания токоприемника сжатый воздух из пневмо-привода выпускают в атмосферу. Опускающие пружины нейтрализуют действия подъемных пружин, обеспечивают определенные опускающие усилия. Регулировка скорости подъема токоприемника производится натяжением подъемных пружин, а высота подъема – тягами.

Состояние конструкции, а так же замена графитных вставок и угольных производится на ТО-2.



Порядок выполнения работы

1. Описать назначение токоприемник Л13у
- 2 Практическое изучение токоприемник Л13у :
 - электропневматический привод ;
 - контактная система .
3. Замеры-проверки состояния контактов электроаппаратов:
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу токоприемник Л13у

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции контактора
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы контактора
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен токоприемник Л13у?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмотки пневматического вентиля токоприемника Л13у?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контактора..
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

Лабораторное занятие № 5

Оборудование и раздаточный материал:

1. быстродействующий выключатель ВОВ-25А-10/40».,
2. штангель-циркуль,
3. тестор,
4. таблицы

Краткие теоретические сведения

ГВ - предназначен для оперативного включения или отключения первичной обмотки трансформатора, а также автоматического отключения трансформатора от контактной сети, при опасных для оборудования аварийных режимах (короткие замыкания, перегрузки, повреждения изоляции и т.д.).

Применяется на электровозах переменного тока.

В ГВ сжатый воздух используется для гашения дуги, образующейся при размыкании, а так же для привода выключателя. Все операции строго согласованы во времени. ГВ состоит:

- воздушный резервуар (32 л.)
- разъединитель
- неподвижный контакт и дугогасительная камера
- не линейный резистор
- блок управления

Разъединитель (19) имеет контактную систему (21), заземляющий кронштейн (18), контактные ножи (17), изолятор (20) и вал (61). Дугогасительная камера состоит из (6) ограничителя дуги, неподвижного контакта (4) и подвижного (5), изолятора (7), пружинного пневматического привода (13), подвижного контакта и вывода (14). Блок управления выключателей в себе главный клапан (25), пневматический привод (26) главного клапана, пневматический привод (55) разъединителя, клапаны (31) и (58), автоматический выключатель минимального давления клапана (44) для подключения источника сжатого воздуха, отключающий электромагнит (27), включающий (59), удерживающий (35), контрольно сигнальный аппарат (38), промежуточное реле (16), патрон аэрации (22), пружинное устройство (36) для фиксации положения, нагревательный элемент (18).

Технические данные:

Номинальное напряжение - 25 кВ.

Номинальное рабочее напряжение - 29 кВ.

Номинальный ток - 400 А.

Номинальный ток отключения - 10 кА.

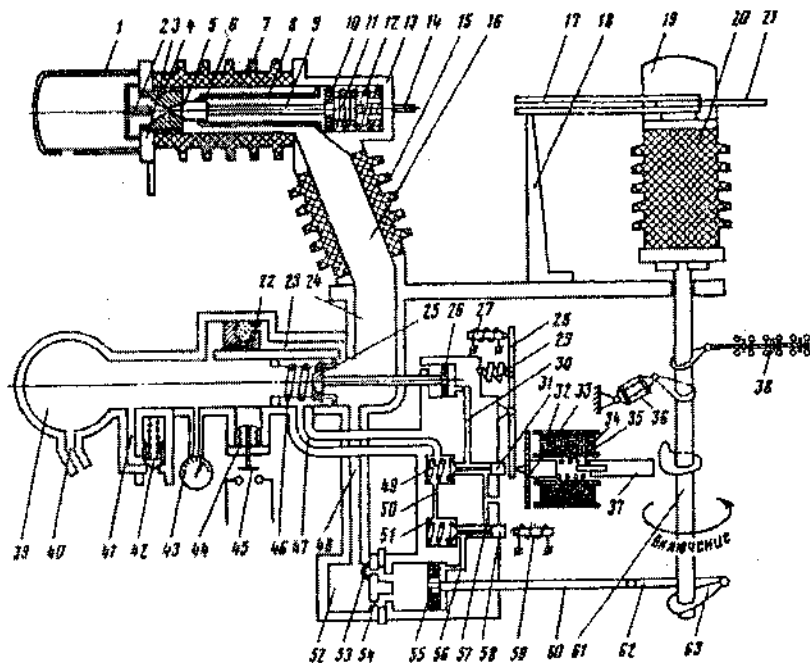
Напряжение цепи управления - 50 В.

Время включения при давлении сжатого воздуха 8 атм. - 0,18 секунд.

Рабочее давление - 5,8 ($\pm 0,2$ атм.)

Работа ГВ

Чтобы включить ГВ, необходимо включить кнопки «Выключение ГВ», при этом напряжение цепи управления подается на удерживающую катушку (35). Затем кратко временно на 2 - 3 секунды нажимаем кнопку «Включение ГВ и возврат реле» имеющую пружину возврата. Напряжение цепи управления поступает на включающий электромагнит (59), он воздействует на пусковой клапан (58), когда он откроется, сжатый воздух из полости (51) по каналу (56), переместит поршень (55) в левое крайнее положение со штоком (60) и тягой (62), поворачивая вал (61) с изолятором (20) на угол 60 градусов до замыкания ножа (17) разъединителя с контактом (14). Чтобы выключить ГВ, необходимо снять напряжение с удерживающей катушки. Эта цепь может быть обеспечена при «выключении ГВ», при срабатывании защиты. При воздействии как удерживающей катушки, так и отключающего электромагнита, рычаг (28) поворачивается по часовой стрелке, преодолевая усилия пружины (29), пусковой клапан (31) открывается, из полости (49) сжатый воздух по каналу (30) устремляется к поршню (26) при перемещении которого влево, сжимается пружина (46) и открывается главный пусковой клапан (25). Теперь из резервуара (39) поток сжатого воздуха по каналам (24, 16) поступает в дугогасительную камеру и одновременно по каналу (48) в камеру (52) и через диафрагму (54), цилиндр поршня (55) привода разъединителя. В дугогасительной камере под воздействием давления поршень (10) и подвижный контакт (5), сжимая пружину (12) переместится вправо на 25 мм. Между разрывающими контактами (5 и 4) возникает дуга, которая выдувается воздухом в полость дугогашения и в атмосферу через 0,30 - 0,35 сек. после начала размыкания контакторов (4 и 5), поршень (55) под действием воздуха, перемещается в крайнее правое положение поворачивает вал разъединителя до замыкания его с заземляющим кронштейном.



Порядок выполнения работы

1. Описать назначение быстродействующего выключателя BOB-25A-10/40».
- 2 Практическое изучение быстродействующего выключателя BOB-25A-10/40». :
 - электропневматический привод ;
 - контактная система .
3. Замеры-проверки состояния контактов электроаппаратов:
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу быстродействующего выключателя BOB-25A-10/40».

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции быстродействующего выключателя BOB-25A-10/40».
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы быстродействующего выключателя BOB-25A-

5.Порядок настройки контактора, характерные ошибки.

6.Вывод.

Контрольные вопросы:

- 1.Для чего предназначен быстродействующего выключателя ВОВ-25А-10/40».?
- 2.В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток быстродействующего выключателя ВОВ-25А-10/40».?
- 3.Какие инструменты, можно использовать при проверках?
- 4.Перечислите основные части контактора..
- 5.Какие средства защиты применяются на ТПС?
- 6.С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

Лабораторное занятие №6

« Исследование реле боксования

Оборудование и раздаточный материал:

1. реле боксования РБ-469

2. штангель-циркуль,

3. тестор,

4. таблицы

Краткие теоретические сведения

Реле боксования предназначено для защиты тяговых двигателей в случае боксования, оно включает подсыпку песка под колеса электровоза, и включение сигнальной лампы. Реле боксования РБ - 469 электромагнитное клапанного типа, магнитная система состоит из магнитопровода (8) и подвижного якоря (4). Все узлы и детали реле боксования смонтированы на магнитопроводе, собранного из листов электротехнической стали. На боковине магнитопровода закреплена электрическая блокировка (1). Якорь изготовленный из листов электротехнической стали, поворачивается на призме (5), которую можно перемещать при регулировке реле. К якорю прикреплена изоляционная планка (2); с помощью которой при движении якорь приходит в действие шток электрической блокировки. Реле включают на равнопотенциальные точки обмотки якорей 2-х ТЭД. Срабатывает реле при разности потенциалов между точками включения 2 В, этому соответствует ток срабатывания 0,5 А. Уход в эксплуатации Необходимо следить за состоянием реле. Все гайки и винты должны быть затянуты и застопорены, серебряные напайки контактов блокировки должны быть чистыми. В случае подгорания контактов следует зачищать бархатным напильником и затем полировать. После разборки производят регулировку:

- при притянутом к магнитопроводу якорю, устанавливается зазор 0,05 - 0,1 мм, между якорем и полюсом магнитопровода в районе призмы. С помощью угольника (6) устанавливают зазор $M = 0,1 - 0,3$ мм, с помощью регулированной шпильки на угольнике зазор между торцом диамагнитной прокладки (7) и полюсом магнитопровода устанавливают равными $2,5 \pm 0,2$ мм.
- регулируют ток срабатывания реле, изменяя натяжение отключающей пружины.

- после сборки проверить прочность изоляции.

Технические данные

Длительный ток = 4А; напряжение изоляции 2000в

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение реле боксования РБ-469.
- 2 Практическое изучение реле боксования РБ-469
 - электромагнитный привод ;
 - контактная система .
3. Замеры-проверки состояния контактов электроаппаратов:
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу реле боксования РБ-469.

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контактора..
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

Лабораторное занятие № 7

«Исследование конструкции и работы аппарата автоматизации процессов управления контроллер машиниста КМЭ- 70»

Оборудование и раздаточный материал:

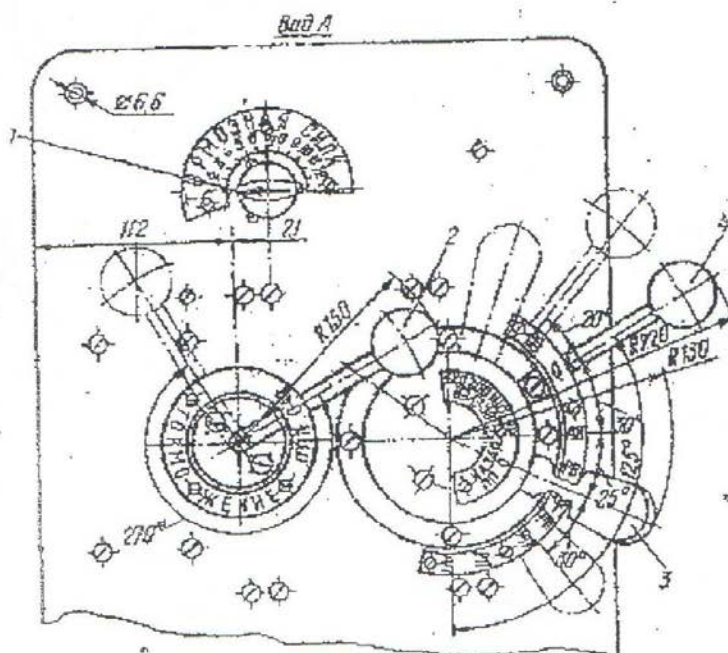
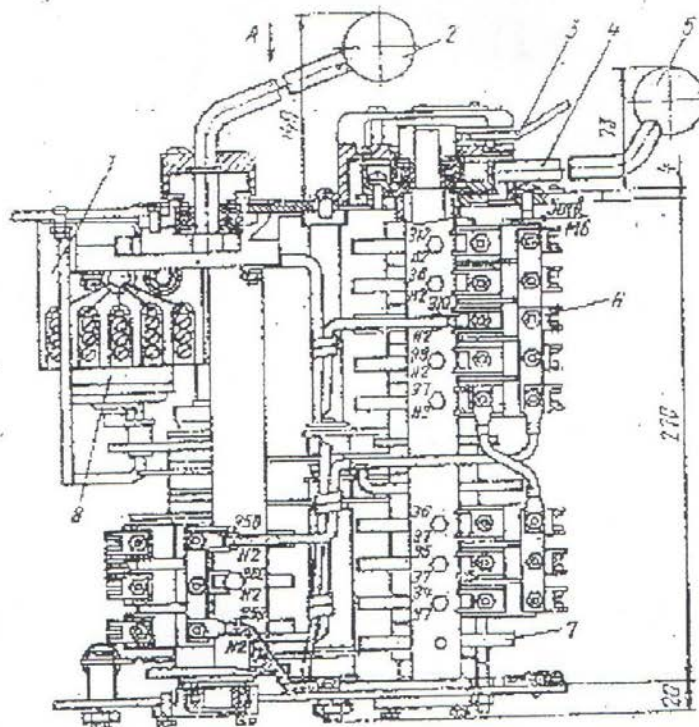
1. контроллер машиниста КМЭ- 70
2. штангель-циркуль,
3. тестор,
4. таблицы

Краткие теоретические сведения

В каждой кабине электровоза на пульте смонтирован контроллер машиниста кулачкового типа, предназначенного для управления дистанционно электрическими аппаратами, связанных с режимами движения локомотивов. Каждый КМ состоит из кулачковых валов, связанных соответствующими рукоятками, контактных элементов, укрепленных на ребрах, которые одновременно является несущей частью аппаратуры. В качестве примера рассмотрим контуры узла КМЭ-70. Главный вал электровоза ВЛ – 80Т расположен соответственно с валом реверсивного вала и имеет положение: О, АВ (автовыключатель), РВ (ручной выключатель), ФП, РП, ГП, БВ. Положение О, АВ, РВ, ФП – фиксирование, а АП и БВ с самовозвратом. Поворот главного вала производят рукояткой. Реверсивный вал приводят во вращение съемной рукояткой. Положение реверсивной рукоятки следующее:

О – вперед, назад, ПВ (полное возбуждение), ОП1 (первая ослабка возбуждения), ОП2, ОП3, ПП (полное возбуждение).

Тормозной вал приводят во вращение рукояткой, которая имеет следующие положения: О, П (подготовка схемы к торможению), ПТ (предварительное торможение). Положение О, П, ПП и ее крайнее положение



зоны торможения – фиксированные. Внутри зоны торможения положение вала не фиксированное.

Тормозной вал через установленную на нем продольную шайбу поворачивает вал сильнее, А6 – А8 снижает напряжение величина которого изменяется согласно графика. На верхней раме контроллера установлен переключатель тормозной силы. Установка рукоятки ПТС в соответствующее положение определяет величину тормозной силы. Вал КМ механически заблокирован, перевернутый вал не может быть установлен в положение О. При установке главного и тормозного валов в положение О, главный вал может быть

установлен на любое положение при установке реверсивного вала в положение «вперед» или «назад» установки вала в положение ОН1-ОН3. Невозможно при нахождении вала в положении П и ПТ.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение контроллера машиниста КМЭ- 70.
- 2 Практическое изучение контроллера машиниста КМЭ- 70
 - электромагнитный привод ;
 - контактная система .
3. Замеры-проверки состояния контактов :
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу контроллера машиниста КМЭ- 70.

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции контроллера машиниста КМЭ- 70
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы контроллера машиниста КМЭ- 70.
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен контроллер машиниста КМЭ- 70 ?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток ?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контроллера машиниста КМЭ- 70
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

Лабораторное занятие № 8

«Исследование конструкции и работы низковольтного электронного блока РН-41»

Оборудование и раздаточный материал:

1. низковольтный электронный блок РН-41»
2. тестор,
3. электрическая схема низковольтного электронного блока РН-41»

Краткие теоретические сведения

Распределительный щит РЩ-34

Распределительный щит является составной частью статического агрегата с бесконтактным регулятором напряжения и предназначен для питания цепей управления электровоза и подзаряда аккумуляторной батареи. Распределительный щит (рис. 145) представляет собой панель, на которой установлены: регулятор напряжения 8, контактор 6, предохранители 1 и 11, переключатель 2, рубильник 3, лампа 4, тумблеры 5 и 10, амперметр 7 и вольтметр 9. Контроль годности предохранителей производится с помощью выводов 12. На электровозах, начиная с № 1964, вместо диодов В2-200 в аппаратах установлены диоды Д161-200, у которых анодом является корпус

Регулятор напряжения РН-43

Регулятор напряжения РН-43 является составной частью статического зарядного агрегата и предназначен для поддержания заданного напряжения цепей управления с точностью $\pm 5\%$ совместно с регулируемым

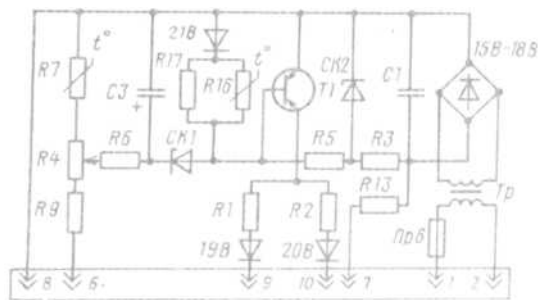
трансформатором ТРПШ.

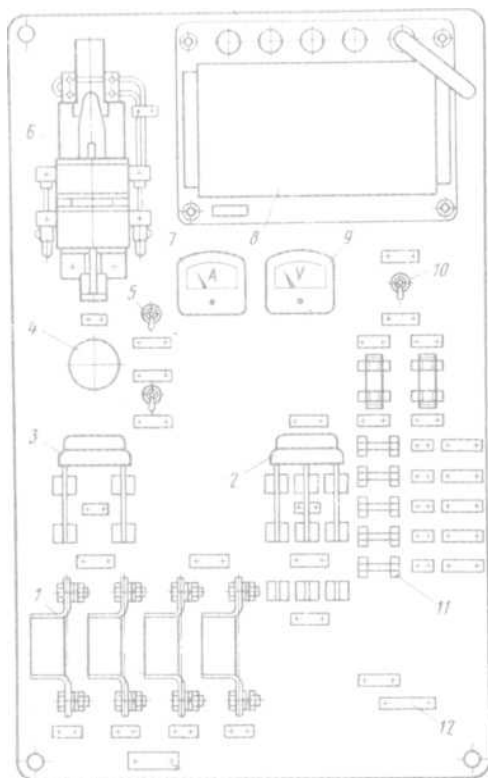
Технические данные регулятора:

Номинальное значение регулируемого напряжения цепей управления, В 50

Амплитуда тока выходного сигнала, мА * 2 0 0

Регулятор напряжения РН-43 (рис. 146) конструктивно представляет собой панель 19, на которой устанавливаются элементы: конденсаторы 1, 10, резисторы 2, 3, 5, 11, 12, 13, 15, транзистор 14, стабилитроны 4, 18, диод 7, предохранитель 6, штепсельный разъем 8, терморезистор 17, трансформатор 9. Часть элементов закрыта кожухом 16, который пломбируется. Принцип работы регулятора напряжения заключается в следующем (рис. 147). При напряжении ниже заданного значения сигнал на входе (выводы 6 и 8) или отсутствует, или его напряжение недостаточно для пробоя стабилитрона **СК1**. Поэтому транзистор 17 открыт под действием отрицательного смещения, создаваемого в цепи базы делителем **R5, R16, R17** включенным на выходе выпрямительного моста **15В—18В**. Напряжение на транзистор **Т1** подается через стабилизатор напряжения **К3, СК2**. Выходной сигнал от регулятора через транзистор 77, резисторы **R1, R2** и диоды **19В, 20В** поступает на выводы **9, 10**. Затем через стабилитроны **СК5, СК6** (см. рис. 243) сигнал поступает на управляющие электроды тиристоров полууправляемого моста **7В-10В**, установленного на распределительном щите **210**. Тиристоры **9В, 10В** открываются, и по обмотке подмагничивания **НЗ-КЗ** трансформатора ТРПШ потечет ток. При этом напряжение на вторичной обмотке **Н2—К2** трансформатора ТРПШ повышается.





При наличии сигнала на выводах **6, 8** (см. рис. 147) напряжением выше заданного значения достаточным для пробоя стабилитрона **СК1** последний пробивается и через него на базу транзистора **2У** поступает положительное смещение, транзистор закрывается. В результате этого подача управляющих импульсов на тиристоры **9В, 10В** (см. рис. 243) прекращается, полууправляющий мост закрывается, ток в обмотке подмагничивания ТРПШ уменьшается, чего приводит к перераспределению магнитного потока в магнитопроводах ТРПШ, и напряжение на вторичной обмотке ТРПШ начинает увеличиваться в результате такого режима включения и отключения цепи питания подмагничивающей обмотки ТРПШ под контролем регулятора напряжения обесточивается стабилизация напряжения цепей управления на заданном уровне.

Уставку напряжения цепей управления регулируют переменным резистором **R4** (см. рис. 147) с контролем по вольтметру **V**, находящемуся на распределительных щитах **210** и **ЩР** (см. рис. 243). Ток нагрузки ТРИШ при этом должен составлять 70-80 А

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение низковольтного электронного блока РН-41» .
2. Практическое изучение низковольтного электронного блока РН-41»
 - монтаж ;
 - электрические элементы, расположение на платах .
 - электрические разъемы
- 3.Замеры-проверки электрических параметров :

4. Проверить работу электронного блока РН-41.

Содержание отчета:

1. Краткое описание низковольтного электронного блока РН-41
2. Порядок проведения электрических замеров
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы низковольтного электронного блока РН-41.
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен низковольтного электронного блока РН-41 ?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток ?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные параметры низковольтного электронного блока РН-41
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

Лабораторное занятие № 9

«Исследование конструкции и работы промежуточного реле».

.

Оборудование и раздаточный материал:

1. промежуточного реле

2. штангель-циркуль,

3. тестор,

4. таблицы

Краткие теоретические сведения

В процессе включения контактов происходит их относительное **скольжение** и **перекатывание**. Скольжение разрушает пленку поверхностного окисления, перекатывание удаляет рабочую точку контактов от места включения и отключения, т.е. от места разрыва контактов. Это уменьшает износ контактов от точки соприкосновения до конечного рабочего положения называется **притиранием** контактов

В процессе притирания решаются одновременно две задачи:

- 1) **разрушается** окисная пленка и шлифуются поверхности контактов;
- 2) рабочая поверхность контактов, соответствующая их конечному положению (точка 3 на рис.1.4, кадр 5 при замыкании), смещена от точки их первого касания при замыкании (точка 1 на рис.1.4, кадр 3 при замыкании).

Для **лучшего притирания** системы подвижного контакта его нужно сконструировать так, чтобы возможно было **обеспечить продолжение его**

движения после начала соприкосновения контактов. При этом после соприкосновения до положения полного включения подвижный контакт будет перекашиваться и скользить по поверхности неподвижного, а контактный рычаг (якорь) переместится на определенное расстояние и отойдет от контактодержателя. Если при полностью включенном аппарате убрать неподвижный контакт, то **подвижной контакт будет перемещаться** до тех пор, пока контактодержатель не соприкоснется с рычагом. Это расстояние называется **провалом - $S_{\text{п}}$**

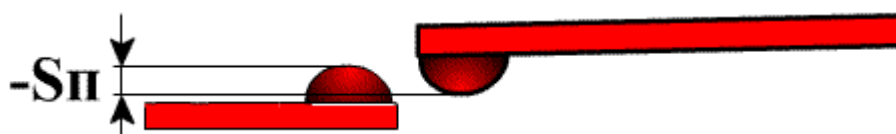
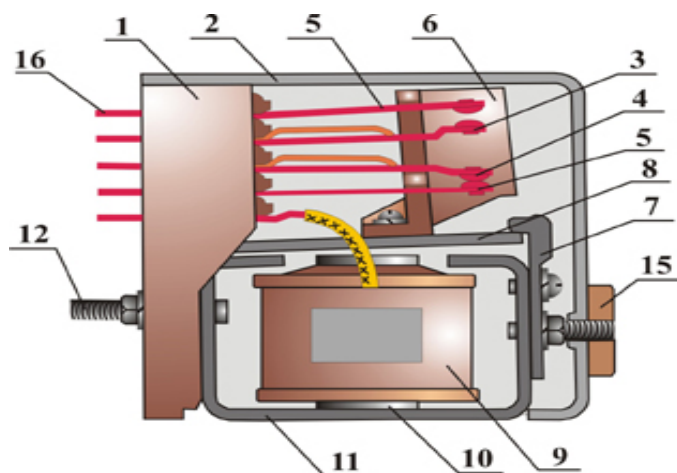


Рис.1.5. Провал контактов

Помимо притирания, провал обеспечивает также в пределах допусков работу контактора при изношенных контактах.

реле ТРПУ-1



Магнитная система реле состоит из скобы 11, сердечника 10 с катушкой 9 и плоского якоря 8. Ход якоря ограничивается угольником 7; возврат якоря происходит под действием пружины 13. На якоре установлена пластмассовая траверса 6, воздействующая на подвижные пластины 5 замыкающих 3 и размыкающих 4 контактов. На траверсе имеются три перегородки, разделяющие вертикальные ряды контактов, что препятствует перебросу дуги при коммутации цепей, в которых протекают относительно большие токи, двумя рядом расположенными контактами. Контактные пластины 16 и выводы катушки зафиксированы на пластмассовом корпусе 1, который соединяется со скобой 11 планкой 14. Контактная система закрывается кожухом 2, который фиксируется к скобе посредством винта 15. Крепление реле к несущей планке осуществляется при помощи шпильки 12. Все детали реле соединяются между собой несколькими винтами, которые на рисунке обозначены.

При подаче напряжения на катушку 9 якорь 8 реле притягивается к скобе 11, воздействуя на траверсу 6, что приводит к замыканию замыкающих 3 и размыканию размыкающих 4 контактов. При снятии напряжения с катушки 9 возвратная пружина 13 возвращает якорь 8 в исходное положение, что приводит к размыканию замыкающих 3 и замыканию размыкающих 4 контактов

Таблица Характеристика реле ТРПУ-1

Реле	Номинальное напряжение, В	Длительный ток контактов, А	Количество контактов		Напряжение питания, В
			Замыкающих	Размыкающих	
ТРПУ-1-412	220	6	6	2	24, 75, 110
ТРПУ-1-413	220	6	4	4	24, 75, 110

Таблица Характеристика катушек реле ТРПУ-1

Реле	Напряжение	Число	Сопротивление	Диаметр провода,	Марка провода
------	------------	-------	---------------	------------------	---------------

	питания, В	витков	катушки, Ом	мм	
ТРПУ - 1	24	3250	107	0,23	ПЭТВЛ1
	75	10000	1050	0,13	ПЭТВЛ1
	110	14600	2250	0,11	ПЭТВЛ1

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение промежуточного реле.
- 2 Практическое изучение промежуточного реле
 - электромагнитный привод ;
 - контактная система .
3. Замеры-проверки состояния контактов :
 - раствор контактов;
 - притирание контактов;
 - профиль контактов, их состояние, материал.
4. Проверить работу промежуточного реле

Содержание отчета:

1. Краткое описание конструкции промежуточного реле
2. Порядок проведения замеров (раствор, провал контактов)
3. Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
4. Краткое описание работы промежуточного реле.
5. Порядок настройки контактора, характерные ошибки.
6. Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначен контроллер машиниста КМЭ- 70 ?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток ?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основные части контроллер машиниста КМЭ- 70

Лабораторное занятие № 10

«Техническое обслуживание высоковольтного оборудования»

Оборудование и раздаточный материал:

1. высоковольтное оборудование
2. тестор,
3. электрическая схема высоковольтного оборудования

Краткие теоретические сведения

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТО-1 ЭЛЕКТРОВОЗА ЛОКОМОТИВНЫМИ БРИГАДАМИ

При приемке-сдаче в период эксплуатации электровоза между техническим обслуживанием ТО-2 и текущими ремонтами ТР-1 - ТР-3 локомотивные бригады обязаны осуществлять техническое обслуживание электровоза ТО-1. Техническое обслуживание ТО-1 направлено на поддержание работоспособности, чистоты и надлежащего состояния электровоза при его работе на линии. При приемке электровоза локомотивная бригада должна осмотреть электровоз. Выполните следующее :осмотрите механическую часть и убедитесь в правильной установке и надежном креплении элементов узлов, в отсутствии ослабления крепления, наличии мазки на трущихся поверхностях, наличия предохранительных устройств, в правильности регулировки и исправности деталей рессорного и люлечного подвешиваний, в исправности' подвешивания тягового двигателя, гасителей колебаний, привода скоростемера букс и колесных пар, кожухов зубчатых передач, буксовых по: водков и рычажной тормозной системы,убеди гесь в отсутствии течи смазки гидравлических гасителей, кожухов зубчатой передачи и шаровой связи,кой работе

токоприемников при подъеме и опускании; проверьте состояние тяговых двигателей и вспомогательных машин; осмотрите форкамеры, всасывающие устройства, вентиляторы, уберите посторонние предметы, закройте плотно люки форкамер; убедитесь в сборе электрических схем режимах тяги и электрическим торможения; проверьте работу прожекторов, фарных фонарей и звуковых сигналов стеклоочистителей, наличие песка и работу устройства пескоподачи. При необходимости добавьте песок в бункера; проверьте наличие масла в тигои трансформаторе; проверьте уровень масла в картерах главных и вспомогательных компрессоров в случае необходимости добив масла в соответствии с картой смазки удалите конденсат из резервуаров сборников, фильтров и маслоотделителей; убедитесь в правильности показаний приборов и сигнальных ламп; проверьте наличие воды в баке умывальника, при необходимости долить, воду; проверьте наличие и исправность инструмента, принадлежностей, защитных средств, фотосхем электрических и пневматических цепей электровоза; проверьте герметичность мест соединений трубопроводов пневматической системы, расположенных внутри и вне кузова: на тележках. Осмотр и обслуживание тормозного оборудования выполняйте в соответствии с Инструкцией МПС ЦТ/3549. Осмотр механической части при приемке-сдаче электровоза и при работе на линии выполняется при заторможенном электровозе. При приемке электровоза в депо локомотивная бригада должна обратить особое внимание на отсутствие неисправностей, с которыми запрещается выпускать локомотив под состав (см. Инструкцию ЦТ/37) МПС). При сдаче электровоза локомотивная бригада должна сделать, подробную запись в журнале технического состояния о всех замеченных неисправностях, отклонениях от нормальной работы оборудования, электрических и пневматических цепей. Сдающая локомотивная бригада должна рассказать принимающей бригаде обо всех неисправностях и замеченных признаках ненормальной работы оборудования электровоза, а также о применении аварийных схем. Для поддержания электровоза в работоспособном состоянии, своевременного выявления возникающих неисправностей при работе электровоза на линии локомотивная бригада обязана: внимательно следить за показаниями контрольно-измерительных приборов контролировать работу тяговых двигателей, вспомогательных машин, оборудования) электрических и пневматических цепей; периодически через каждые 3—4 ч работы удалять конденсат из резервуаров, влагосборников и маслоотделителей; систематически проводить осмотр механической части тяговых двигателей, вспомогательных машин и электрического оборудования; периодически во

время стоянок и при опущенном токоприемнике проверять нагрев буксовых, моторно-осевых и якорных подшипников прикосновением ладони. Температура у однородного оборудования должна быть примерно одинаковой, и ладонь должна легко выдерживать прикосновение к нагретым частям. Резкое повышение температуры свидетельствует о ненормальной работе оборудования. Неисправный тяговый двигатель и вспомогательную электромашину отключить. Охлаждение подшипников водой или снегом не допускается; при возникновении во время работы или запуске вспомогательных машин повышенных нагрева, шума, вибрации, искрения или почернения коллектора при понижении частоты вращения или внезапной остановке отключить неисправный электродвигатель, установить причину и по возможности устранить неисправность. До устранения неисправности двигатель включать запрещается; в случае появления дыма, запаха горящего масла или резины остановить поезд, опустить токоприемник, установить и устранить причину появления признаков ненормальной работы оборудования; следить за режимом заряда аккумуляторной батареи и напряжением на ней при этом необходимо, чтобы при температуре окружающей среды до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ тумблер 7P на распределительном щите находился в положении *Нормальный заряд*, а при температуре ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ — в положении *Усиленный заряд*. Нельзя допускать разряда батареи до напряжения ниже 42 В. Если при разряде будет замечено сильное падение емкости батареи, необходимо записать об этом в журнале технического состояния электровоза для выявления неисправных аккумуляторов при ТО-2. В случае продолжительной работы батареи в режиме разряда для ускорения восстановления заряда батареи при температуре окружающей среды до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ тумблер 7P необходимо установить в положение *Усиленный заряд* и после снижения тока заряда до 50 -15 А переключить в положение *Нормальный заряд*. При переключениях тумблера следует обращать внимание на показания амперметра, контролирующего ток батареи. При переключении тумблера из положения *Нормальный заряд* в положение *Усиленный заряд* ток подзаряда должен увеличиваться, при обратном переключении — уменьшаться. Если при переключении тумблера значение тока не изменяется, значит, неисправна цепь подзаряда батареи (неисправен тумблер, оборван резистор R10 или пробит диод 5B). Если срабатывают устройства защиты, необходимо выяснить и устранить причину срабатывания. Повторно включать устройства защиты без выяснения причины и устранения неисправности можно только в тех случаях, когда неясна неисправность или имеется подозрение на ложное срабатывание. О всех случаях срабатывания

защиты локомотивной бригадой должна быть сделана запись в журнале технического состояния электровоза. На электровозах с щитом распределительным 210 типа ЩР-1 вместо РЩ-34 переключение аккумуляторной батареи из режима *Нормальный заряд* в режим *Усиленный заряд* и обратно осуществляется на щите переключателем S2. После устранения неисправности необходимо привести электровоз в состояние готовности к движению и только после этого осуществить трогание. С момента приемки электровоза до сдачи его другой бригаде или в депо локомотивная бригада должна нести полную ответственность за исправное техническое состояние электровоза.

ТО-2 выполняемое бригадой слесарей при техническом обслуживании высоковольтного оборудования

Электрические машины

Тяговый двигатель НЛ-418К6. Очистите крышку верхнего коллекторного щитка, чтобы скопившаяся пыль, грязь или снег не попали в коллекторную камеру во время ее снятия. Проверьте исправность крышек коллекторных люков, надежность их уплотнений, исправность действия замков. Снимите крышки и осмотрите коллектор, все доступные для осмотра кронштейны, щеткодержатели, щетки, пальцы кронштейнов, межкатушечные соединения, выводные кабели, бандажи якоря, изоляцию шин, катушки. Проверьте крепление кабельных наконечников и траверсы. Протрите конус и детали щеточного аппарата от пыли. При ТО-2, как правило, траверсу не проворачивают. Однако, если при осмотре будут обнаружены щетки со сколами, трещинами и предельным износом по высоте (до 23 мм), следы перекрытия по коллектору, значительное количество пыли на изоляторах, конусе коллектора или другие дефекты, необходимо отсоединить кабели от траверсы, расстопорить, проворачивая траверсу, проверить состояние всех щеток и щеткодержателей, пальцев кронштейнов, шин и т. д. Обнаруженные дефекты устраните. При замене щеток предварительно пришлифуйте их на специальном приспособлении, обеспечив прилегание не менее 75 % контактной поверхности щеток. При отсутствии

приспособления допускается проводить и шплитовку щеток мелкозернистой шлифовальной бумагой непосредственно в двигателе с обязательной продувкой после этого коллекторной камеры при открытых люках сухим сжатым воздухом давлением 0,25—0,3 МПа (2,5 - 3 кгс/см²). Применение для этой цели крупнозернистой бумаги недопустимо, так как крупные частицы абразивного материала могут со щетки попасть на рабочую поверхность коллектора и повредить ее. Применяйте щетки ЭГ-61А. Запрещается установка щеток других марок. Если при осмотре траверсу проворачивали, возвратите ее в исходное состояние до совпадения рисок *K* на остоле и траверсе; разожмите, зафиксируйте и застопорите ее; подсоедините кабели к двум верхним кронштейнам. Установите на место крышки коллекторных люков, убедитесь их достаточной плотности прилегания их к остову. Проверьте наличие пробок в трубках для добавления смазки в якорные подшипники и надежность их крепления; крепление крышек, закрывающих камеры для отработанной смазки; температуру якорных подшипников, которая должна быть не более 100 °С. В зимнее время дополнительно проконтролируйте состояние снегозащитных устройств на электровозе.

Электродвигатель АЭ92-402, расщепитель фаз НБ-455А,электронасос 4ТТ-63/10. Осмотрите вспомогательные электрические машины переменного тока, проверьте их крепление и состояние заземления. Исклучить вспомогательные машины, убедитесь на слух II их нормальной (без посторонних шумов и стуков) работе, убедитесь также в отсутствии течи масла из электронасоса. Замеченные недостатки устраните.

Электродвигатели П11м., ДМК-1/50У2. Осмотрите электродвигатели, проверьте крепление их к каркасу и состояние заземления. Обратите внимание на щеточно- коллекторные узлы электродвигателей. Обнаруженные неисправности устраните

Тяговый трансформатор. Осмотрите узлы трансформатора. Протрите салфеткой изоляторы. Проверьте плотность фланцев вводов. При обнаружении течи масла но

фланцевым соединениям, уплотненным резиной, равномерно подтяните резьбовые соединения. Если это не приведет к устранению течи масла, замените резиновые прокладки. Обратите внимание на состояние вводов, при необходимости подтяните резьбовые соединения. Осмотрите шины главного ввода и убедитесь в надежности их крепления.

Реакторы, дроссели, трансформаторы. Осмотрите реакторы, дроссели, индуктивные шунты, трансформаторы. Проверьте состояние крепления деталей и узлов, особенно контактных соединений. Подтяните при необходимости резьбовые соединения.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение высоковольтного оборудования.
2. Практическое изучение расположения высоковольтного оборудования в ВВК электровоза
- 3.Выполнение ТО-1
- 4.Проверить работу

Содержание отчета:

- 1.Краткое описание конструкции высоковольтного оборудования
- 2.Порядок проведения ТО-1
- 3.Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
- 4.Краткое описание работы высоковольтного оборудования.
- 5.Вывод.

Лабораторное занятие № 11

«Техническое обслуживание низковольтного оборудования»

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено высоковольтное оборудование?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток высоковольтного оборудования?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите основное высоковольтное оборудование
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

Лабораторное занятие № 11

«Техническое обслуживание низковольтного оборудования»

Оборудование и расходный материал:

1. низковольтное оборудование
2. тестор,
3. электрическая схема низковольтного оборудования

Краткие теоретические сведения

ТО-2 выполняемое бригадой слесарей при техническом обслуживании низковольтного оборудования

Электрические аппараты

Общие сведения. Осмотрите аппараты. Убедитесь в отсутствии повреждений. Проверьте состояние крепежных деталей, надежность крепления токоведущих шин, гибких шунтов, проводов и контактных деталей. Обратите внимание на работу подвижных частей, они должны перемещаться свободно, без перекосов, заеданий и остановок в промежуточных положениях. Проверьте состояние контактов. На контактных поверхностях не допускаются каплеобразные наплывы металла, посторонние включения, на контактных пластинах — надломы и трещины, снижающие механическую прочность. Наличие копоти является нормальным состоянием коммутирующих контактов. Контакты, содержащие серебро, зачистки не требуют. На медных контактных поверхностях устранили наплывы и капли металла. Проверьте четкость работы аппаратов при подаче питания (напряжения или сжатого воздуха). Аппараты

должны срабатывать четко, без задержки в проежutoчном положении. Фиксирующие устройства должны предотвращать самопроизвольное переключение.

Токоприемники. Убедитесь в отсутствии механических повреждений шин, кареток, рам и синхронизирующих тяг токоприемников. Проверить четкость работы подвижных частей при подъеме и опускании. Убедитесь в отсутствии перекоса рам и заеданий в шарнирных соединениях. Проверьте надежность крепления подводящих шин, гибких шунтов, угольных вставок и контактных накладок. Осмотрите полозы, при необходимости устраните следы выработок угольных вставок и наплывы на контактных поверхностях накладок припиловкой до плавного сопряжения с остальной контактной поверхностью. Допускается не более двух трещин на одну вставку и сколы не более 50 % ее ширины и 20 % высоты, если при этом не ослабляется крепление вставки. Зазор между двумя вставками (накладками) менее нормы не допускается. Замените полозы с изношенными угольными вставками Смажьте шарнирные соединения. В зимнее время удаляйте с полозов снег и лед.

Главный выключатель. Осмотрите блокировки, пружины, проверьте состояние крепления подводящих проводов и шин, обратите внимание на состояние изоляторов и протрите их салфеткой, смоченной в бензине. Продуйте резервуар воздухом и спустите конденсат. Устраните нерабочие утечки воздуха. Проверьте и при необходимости смажьте трущиеся поверхности составных частей выключателя. Осмотрите контактные поверхности разъединителя и заземляющего соединения, при необходимости смажьте их графитовой смазкой (см. приложение 5). Произведите оперативное включение и отключение выключателя не менее двух раз.

Главный контроллер. Проверьте состояние коллектора и щеточного узла серводвигателя. Снимите дугогасительные камеры и при необходимости очистите их от копоти осмотрите основные и дугогасительные контакты, гибкие шунты, проверьте состояние их крепления, зачистите подгоревшие контакты, проверьте масло в редукторе,

фиксации вала главного контроллера на позициях. Убедитесь в надежности крепления редуктора к раме.

Блок управления реостатным торможением. Проверьте состояние подводящих проводов и шин, особенно заземляющих к блокам БУРТ-125 и БП-940. И исправность предохранителей, замените сгоревшие. Проверьте положение тумблера S на блоке БСП. Тумблер должен находиться в положении Отключено. В случае работы двух электровазов по системе многих единиц тумблеры на блоках БСП обоих электровазов должны **быть** установлены в положение *Включено*.

Автоматический выключатель А63. Выключатель в эксплуатации ремонту не подлежит. В случае износа деталей нарушения работы выключатель замените. Электромагнитные реле и панели реле ЮЗ-305, ППРФ-300, ПРП-124. **Осмотрите** реле и панели реле. При необходимости очистите их от пыли. Убедитесь в отсутствии механических повреждений изоляции. Проверьте наличие пломб и контрольных меток на регулировочных шпильках реле; При отсутствии пломбы выполните регулировку реле, опломбируйте. Убедитесь в наличии защитных кожухов на блокировках реле. Вручную проверьте четкость работы подвижных частей. Проверьте состояние крепежи, надежность крепления полупроводниковых приборов аппаратов, и подводящих проводов к аппаратам, надежность контакта наконечников и выводов. При необходимости подтяните резьбовые соединения. Визуально проверьте состояние монтажа.

Предохранители. Проверьте наличие плавкой вставки в предохранителях ВПК-42 состояние мест соединений патрона с контактными губками. При перегорании плавкой вставки замените

Выпрямительная установка возбуждения ВУВ-758. Проверьте состояние предохранителей, замените сгоревшие.

Регулятор напряжения РН-43. Проверьте годность предохранителя и в случае, если вставка сгорела, замените предохранитель. При необходимости продуйте сжатым воздухом давлением 200—300 кПа (2—3 кгс/см²), обращая при этом внимание на исправность монтажа. При продувке сжатым воздухом напряжение должно быть снято.

Аккумуляторная батарея. Выполняйте ТО-2 аккумуляторной батареи в соответствии с Технологической инструкцией на техническое обслуживание и текущий ремонт щелочных никель-кадмиевых аккумуляторных батарей электроподвижного состава ТИП 1-82. Убедитесь, что вентиляционные отверстия на торцовых стенках ящика батареи находятся в положении, соответствующем времени года; тумблер 7Р на распределительном щите при температуре окружающей среды до —10 °С находится в положении *Нормальный заряд*, а при температуре ниже —10 °С — в положении *Усиленный заряд*.

Порядок выполнения работы

1. Описать назначение низковольтного оборудования.
2. Практическое изучение расположения низковольтного оборудования в ВВК электровоза
- 3.Выполнение ТО-2
- 4.Проверить работу

Содержание отчета:

- 1.Краткое описание конструкции низковольтного оборудования
- 2.Порядок проведения ТО-2
- 3.Порядок, проведения замеров (сопротивления изоляции, сопротивления обмотки), характерные ошибки.
- 4.Краткое описание работы низковольтного оборудования.
- 5.Вывод.

Контрольные вопросы:

1. Для чего предназначено низковольтное оборудование?
2. В каких случаях делается проверка сопротивления изоляции, сопротивления обмоток низковольтного оборудования?
3. Какие инструменты, можно использовать при проверках?
4. Перечислите низковольтного оборудование
5. Какие средства защиты применяются на ТПС?
6. С помощью какого инструмента можно снять остаточное напряжение на электрических контакторах

3.СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ

1.Основная

1.1 Андриющенко А.А. Асинхронный тяговый привод локомотивов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андриющенко А.А., Бабков Ю.В., Зарифьян А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013.— 413 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26795>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

1.2 Дайлидко А.А., Ветров Ю.Н., Брагин А.Г.Конструкция электровозов и электропоездов: учеб. Пособие. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – 348 с

1.3 Осинцев И.А., Логинов А.А.Электровоз ВЛ10КРП: учеб. пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — 410 с

1.4 ПоповЮ.В., Стрекалов Н.Н., Баженов А.А.Конструкция электроподвижного состава: учеб. Пособие. – М.:ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2012. – 271 с.

1.5 Дайлидко А.А., Ветров Ю.Н., Брагин А.Г. Конструкция электровозов и электропоездов: учеб. пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. — 348 с.

1.6 Мукушев Т.Ш., Писаренко С.А.Электрические машины электровозов ВЛ10, ВЛ10у, ВЛ10к, ВЛ11. Конструкция и ремонт: учеб. пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — 126 с.<http://librari.miit.ru>. по паролю

1.7Попов Ю.В., Стрекалов Н.Н., Баженов А.А.Конструкция электроподвижного состава: учеб. Пособие. – М.:ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2012. – 271 с.

1.8Логинов Е.Ю.. Электрическое оборудование локомотивов : учебник для студ. вузов ж.-д. трансп. - М. : ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2014. - 576 с.

2. Дополнительная

2.1 Кулинич Ю.М. Электронная преобразовательная техника: учеб. пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — 204 с. <http://librari.miit.ru> доступ по паролю

2.2 Основы электропривода технологических установок с асинхронным двигателем: учеб. пособие для студ. вузов ж.-д. трансп. А. М. Худоногов, И. А. Худоногов, Е. М. Лыткина ; под ред. А. М. Худоногова. - М. : ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2014. - 336 с. : ил.

2.3 Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: учебник: в 2 т. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015.

2.4 Введение в специальность «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог»: учебное пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», Ветров Ю.Н., Дайлидко А.А., Хасин Л.Ф. 2013. — 90 с. <http://librari.miit.ru>. По паролю

2.4 Введение в специальность «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог»: учебное пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», Ветров Ю.Н., Дайлидко А.А., Хасин Л.Ф. 2013. — 90 с. Режим доступа: <http://librari.miit.ru>. По паролю

2.5 Бородин А.П. Диагностика цепей управления тепловозов 2ТЭ116: учеб. пособие - М. : ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2014. - 179 с.

2.6 Исмаилов Ш.К. Диагностирование изоляции тяговых электродвигателей локомотивов и обеспечение оптимального температурно-влажностного режима ее эксплуатации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Исмаилов Ш.К., Смирнов В.П., Худоногов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2012.— 270 с.

2.7 Четвергов В.А. Техническая диагностика локомотивов: учеб. пособие для студ. вузов ж.-д. трансп. В. А. Четвергов, С. М. Овчаренко, В. Ф. Бухтеев ; под

ред. В. А. Четвергова. - М. : ФГБОУ "УМЦ ЖДТ", 2014. - 371 <http://librari.mii.ru>.
по паролю

2.8 Бурков А. Т. Электроника и преобразовательная техника: учебник: в 2 т. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015.