

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Казанский автотранспортный техникум им. А.П. Обыденнова»

**Сборник методических указаний
для проведения практических работ**

**по МДК 05.03 Виды дефектов электрооборудования, их признаки, причины,
методы устранения и испытания надежности**

**специальность 23.02.05 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и
автоматики (по видам транспорта, за исключением водного)»**

Казань 2022

Составитель:

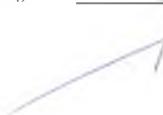
Фаваризов Р.Н. – преподаватель ГАПОУ «КАТТ им. А.П. Обыденнова»

Рассмотрено и рекомендовано к внедрению в учебный процесс
предметной (цикловой) комиссией

по обслуживанию подвижного состава и строительству дорог

Протокол № 3 от «12» 10/ 2022 г.:

Председатель П(Ц)К: А.Г. Шигильчёв



Сборник методических указаний для проведения практических работ (далее
Методические указания) предназначен для выполнения практических работ
студентам очной формы обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Пояснительная записка | 4 |
| Соблюдение правил техники безопасности при выполнении практических работ | 6 |
| Практическая работа 1. Выполнение заданий по изучению видов дефектов электрооборудования | 17 |
| Практическая работа 2. Выполнение заданий по изучению устройств и оборудования по предупреждению дефектов электрооборудования | 18 |
| Практическая работа 3. Выполнение заданий по изучению систем возникновения дефектов электрического оборудования | 21 |
| Практическая работа 4. Определение признаков и причин дефектов токоприемников и разъединителей силовых цепей | 23 |
| Практическая работа 5. Определение признаков и причин дефектов крышевого оборудования | 26 |
| Практическая работа 6. Выявление признаков и причин дефектов высоковольтных аппаратов коммутации | 29 |
| Практическая работа 7. Определение признаков и причин дефектов преобразователей, мотор-вентилятора и электрических печей | 34 |
| Практическая работа 8. Выявление признаков и причин дефектов аккумуляторных батарей, электронасосов и электрокалориферов | 37 |
| Практическая работа 9. Определение качества топлива и моторных масел | 40 |
| Практическая работа 10. Определение качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов | 42 |
| Практическая работа 11. Выполнение заданий по устранению дефектов электрооборудования | 45 |
| Практическая работа 12. Изучение навыков работы с технологическим и диагностическим оборудованием | 47 |
| Практическая работа 13. Освоение технологии устранения дефектов электрооборудования | 50 |
| Практическая работа 14. Освоение организации производственных методов устранения дефектов электрооборудования | 51 |
| Практическая работа 15. Освоение оборудования для проведения испытания надежности | 54 |
| Практическая работа 16. Освоение технологии проведения испытания надежности электрооборудования | 57 |
| Практическая работа 17. Проведение испытания надежности электрооборудования | 60 |

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Изучение МДК 05.03 «Виды дефектов электрооборудования, их признаки, причины, методы устранения и испытания надежности» основано на принципе постоянной связи теории и практики, что активизируют познавательную деятельность студентов, так как требуют личного участия в проведении различного рода исследований. При этом студенты получают не только необходимые знания, умения и навыки, но и приобретают хорошую базу для формирования профессиональных и общих компетенций по специальности 23.02.05 «Эксплуатация транспортного электрооборудования и автоматики (по видам транспорта, за исключением водного)».

Согласно требованиям, к результатам освоения дисциплины студент: должен уметь:

- организовывать эксплуатацию транспортного электрооборудования и автоматики;
- организовывать техническое обслуживание и ремонт изделий транспортного электрооборудования;
- выбирать оптимальные технологические процессы обслуживания и ремонта изделий транспортного электрооборудования и элементов автоматики;
- разрабатывать технологические карты обслуживания и ремонта изделий транспортного электрооборудования;
- производить ремонт деталей и узлов транспортного электрооборудования.

Должен знать:

- физические принципы работы, устройств, конструкцию, технические характеристики, области применения, правила эксплуатации транспортного электрооборудования и автоматики;
- порядок организации и проведения испытаний, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий транспортного электрооборудования;
- ресурса и энергосберегающие технологии эксплуатации, технического обслуживания и ремонта транспортного электрооборудования;
- действующую нормативно-техническую документацию по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту транспортного электрооборудования;

- основные характеристики и принципы построения систем автоматического управления транспортным электрооборудованием;
- основные положения, регламентирующие безопасную эксплуатацию транспортного электрооборудования и электроустановок;
- устройство и работу электронных систем транспортного электрооборудования, их классификацию, назначение и основные характеристики;
- состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности.

Иметь практический опыт:

- выполнения технического обслуживания и ремонта деталей, узлов, изделий и систем транспортного электрооборудования и автоматики;
- эксплуатации изделий и систем транспортного электрооборудования.

При изучении учебного курса дисциплины предусмотрено выполнение 17 практических работ.

Методические указания включают в себя наименование практической работы, учебную цель, обеспеченность занятия, краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме, вопросы для закрепления теоретического материала, задания для практической работы студентов и рекомендации по ее выполнению.

Сборник методических указаний для проведения практических работ по МДК 05.03 «Виды дефектов электрооборудования, их признаки, причины, методы устранения и испытания надежности» составлен для подготовки и выполнения практических работ.

Приступая к выполнению практической работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме практической работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Практические работы Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, соответственно заданий.

Оформление практических работ начинается с наименования выполняемой практической работы и её номера.

Требования к выполнению расчетов и оформлению схем и рисунков:

- порядок ведения расчетной части должен соответствовать следующей схеме:

искомая величина - формула - подстановка значений в строгой последовательности - ответ - единица измерений

- рисунки и схемы должны выполняться карандашом с использованием чертежных инструментов;

В процессе выполнения практической работы Вы должны:

- стремиться к самостоятельности в решении всех вопросов;

- организовать свою работу так, чтобы с наименьшей затратой времени и труда найти наилучшее техническое решение.

Наличие, как минимум, удовлетворительной оценки по практическим работам необходимо для допуска к экзамену по МДК 05.03 «Виды дефектов электрооборудования, их признаки, причины, методы устраниния и испытания надежности».

В случае отсутствия на занятии по любой причине или получении неудовлетворительной оценки за выполненную практическую работу, Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Внимание! Если в процессе подготовки к практическим работам у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний.

СОБЛЮДЕНИЕ ПРАВИЛ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Рабочие места производственных участков депо для производства ремонтных работ оснащены технологическим оборудованием, обеспечивающим безопасные условия труда. Для каждого работающего обеспечено удобное рабочее место, которое обеспечено достаточной площадью для размещения вспомогательного оборудования, стеллажей и верстаков для хранения деталей, инструмента, приспособлений. Для подъема деталей и узлов вагонов установлены грузоподъемные устройства – мостовые краны $Q = 1\text{т}, 0,5\text{т}$, и кран-балки.

Студенты должны:

– выполнять только порученную преподавателем работу;

- применять безопасные приемы выполнения работ;
- содержать в исправном состоянии и чистоте инструмент, приспособления, инвентарь, средства индивидуальной защиты (СИЗ);
- внимательно следить за сигналами и распоряжениями преподавателя и выполнять эти команды;
- выполнять требования запрещающих, предупреждающих, указательных и предписывающих знаков, надписей, громкоговорящей связи, звуковых и световых сигналов, подаваемых машинистом подвижного состава, водителями транспортных средств;
- выполнять требования инструкций по ОТ и ТБ;
- проходить по территории депо по установленным маршрутам, переходным дорожкам, проходам и переходам;
- соблюдать меры безопасности при переходе железнодорожных путей, быть внимательным в темное время суток, при гололеде, в снежное время года, а также при плохой видимости;
- быть предельно внимательным в местах движения транспорта.

1. Перед началом проведения работ на ремонтных, испытательных и диагностических участках, студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности на рабочем месте, и строго их выполнять.

Все работы по техническому обслуживанию и ремонту, проведению испытаний и наладке электрического и электронного оборудования подвижного состава необходимо производить в соответствии с требованиями Правил эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП). Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ) и технологическими процессами.

Перед началом проведения работ по ремонту электрооборудования подвижного состава должны быть обесточены все силовые электрические цепи, отключены выключатели тяговых электродвигателей, разъединитель силовых цепей поставлен в положение «Заземлено», выпущен сжатый воздух и перекрыты разобщительные краны пневматической системы электроаппаратов. Кроме того, при необходимости

ремонта отдельных аппаратов, должны быть вынуты предохранители данного участка, предусмотренные конструкцией. Внешние электрические сети питания переносных диагностических приборов напряжением более 42В переменного или 110В постоянного тока должны быть оборудованы защитным заземлением или «занулением».

Стенд для диагностики и ремонта электронного оборудования должен иметь защитное заземление («зануление» или устройство защитного отключения). Испытания электрических машин и аппаратов на электрическую прочность изоляции после ремонта перед установкой на подвижной состав должны проводиться на специально оборудованной станции (площадке, стенде), имеющей необходимое ограждение, сигнализацию, знаки безопасности и блокирующие устройства.

Перед началом и во время испытаний на станции (площадке) не должны находиться посторонние лица.

Сборка схем на испытательных стенах должна осуществляться при полном снятии напряжения. Питающие кабели для испытания электрических машин и аппаратов высоким напряжением должны быть надежно присоединены к зажимам, а корпуса машин и аппаратов заземлены.

Подачу и снятие напряжения необходимо осуществлять контакторами с механическим или электромагнитным приводом, или рубильником, имеющим защитный кожух.

Пересоединение на зажимах испытываемых машин и аппаратов должно производиться после отключения всех источников питания и полной остановки вращающихся деталей.

Измерение сопротивления изоляции, контроль нагрева подшипников, проверка состояния электрощеточного механизма должны производиться после отключения напряжения и полной остановки вращения якоря.

При пайке наконечников на проводе непосредственно на подвижном составе должен использоваться надежно закрепленный тигель, исключающий выплескивание из него припоя.

При измерении сопротивления изоляции электрических цепей мегомметром на напряжение 0,5 и 2,5 кВ выполнение каких-либо других работ на электрооборудовании и электрических цепях подвижного состава запрещается.

Перед испытаниями высоким напряжением сопротивления изоляции электрических цепей подвижного состава, все ремонтные работы должны быть прекращены, работники выведены, входные двери закрыты, а с четырех сторон на расстоянии 2 м установлены переносные знаки «Внимание! Опасное место».

Перед подачей высокого напряжения необходимо подать звуковой сигнал и объявить по громкоговорящей связи: «На подвижной состав, стоящий на такой-то канаве, подается напряжение». Управлять испытательным агрегатом должен руководитель работ, проводить испытания совместно с преподавателем или персоналом, прошедшим специальную подготовку.

Корпус передвижного трансформатора и рамы испытываемого подвижного состава необходимо заземлить.

После ремонта электроподвижного состава (ЭПС) подъем токоприемника и опробование электровоза или электросекции под рабочим напряжением должно производить лицо, имеющее право управления, в присутствии проводившего ремонт мастера или бригадира, которые до начала опробования должны убедиться в том, что:

1) все работники находятся в безопасных местах, и подъем токоприемника не грозит им опасностью. Закрыты люки машин, двери шкафов управления, щиты стенок высоковольтной камеры (ВВК), реостатных помещений, крышки подвагонных аппаратных ящиков;

2) в ВВК и под кузовом нет людей, инструментов, материалов и посторонних предметов; закрыты двери в ВВК, складные лестницы и калитки технологических площадок для выхода на крышу;

3) с машин и аппаратов после ремонта сняты все временные присоединения;

4) машины, аппараты, приборы и силовые цепи готовы к пуску и работе.

2. При проведении работ при обслуживании и ремонте элементов аккумуляторных батарей студенту необходимо быть внимательным.

Аккумуляторное помещение или шкаф, в котором установлена аккумуляторная батарея должны быть всегда заперты на замок. Не допускается курение рядом со шкафом, в котором установлена аккумуляторная батарея, в аккумуляторном помещении, вход в него с огнем, пользование электронагревательными приборами, аппаратами и инструментами, которые могут дать искру.

На дверях аккумуляторной имеются надписи: «Аккумуляторная», «Огнеопасно», «Запрещается курить», вывешены соответствующие знаки безопасности о запрещении использования открытого огня и курения.

В помещениях аккумуляторного отделения имеются:

- стеклянная или фарфоровая (полиэтиленовая) кружка с носиком (или кувшин) емкостью 1,5-2 л для составления электролита и доливки его в сосуды;
- вода для обмыва рук;
- полотенце;
- раствор питьевой соды.

Элементы аккумуляторов в батареях соединяются последовательно с помощью перемычек. Аккумуляторы при монтаже должны быть жестко закреплены во избежание перемещения относительно друг друга (так как при перемещении нарушается изоляция, и ломаются перемычки).

При работе с гаечным ключом и другими металлическими инструментами нельзя допускать коротких замыканий одновременным прикосновением к разнополярным выводам аккумуляторных элементов. Металлический инструмент должен иметь изолированные рукоятки.

Наконечники проводов переносного вольтметра должны быть снабжены ручками из изоляционного материала. Чистить аккумуляторную батарею влажной ветошью следует только после отключения их от зарядного устройства.

Для защиты от поражения электрическим током при обслуживании батареи необходимо пользоваться диэлектрическими перчатками. При ожогах электрическим током необходимо рану покрыть марлей, стараясь не касаться ее руками, и немедленно обратиться в медицинский пункт.

При работе с электролитом и твердой щелочью необходимо надевать защитные очки, резиновые перчатки, прорезиненный фартук, резиновые сапоги.

Запрещается устанавливать батареи вблизи нагревательных приборов и пользоваться открытым огнем на расстоянии менее 2 м. Запрещается проводить заряд батареи с закрытой крышкой батарейного ящика и закрывать ее ранее, чем через 2 часа после окончания заряда.

При зарядке кислотных аккумуляторов слишком большим током, это может привести к разрушению или деформации пластин внутри него. Для уточнения рекомендуемого зарядного тока, необходимо пользоваться инструкцией, поставляемой вместе с аккумулятором.

Для контроля степени заряженности необходимо следить за значениями напряжения и плотности электролита для кислотного аккумулятора, а для щелочного необходимо контролировать значение напряжения. Кислотные аккумуляторы, слишком чувствительны к перезаряду или недозаряду, поэтому необходимо своевременно заканчивать заряд.

Окончание зарядки кислотного аккумулятора характеризуется установлением напряжения на одном элементе аккумуляторной батареи, равного 2,5-2,6 В (в зависимости от типа АКБ).

Щелочные АКБ менее критичны к режимам. Для них окончание зарядки характеризуется установлением на одном элементе постоянного напряжения 1,6-1,7 В (в зависимости от типа АКБ).

При зарядке АКБ постоянным напряжением, необходимо полностью зарядить аккумулятор, при этом задавать напряжение на зарядном устройстве намного больше, чем номинальное напряжение самого аккумулятора.

Помещение для работы с аккумуляторами и батареями должно быть светлым, вентилируемым. При проведении работ необходимо:

- не допускать попадания кислот на аккумуляторы;
- не пользоваться приборами, инструментом и посудой применяемым для обслуживания кислотных аккумуляторов и батарей;
- не допускать при работе с гаечным ключом и другими металлическими инструментами коротких замыканий;
- работать с изолированным инструментом.

При работе с аккумуляторами категорически запрещается:

- работать с открытым огнем и курить;
- проводить работы с электролитом без защитных очков и спецодежды;
- хранить и приводить в рабочее состояние совместно с щелочными и кислотными аккумуляторами.

При попадании щелочи на кожу и одежду, немедленно смыть щелочь водой, затем промыть облитое место 3% раствором борной кислоты и снова водой. При попадании электролита в глаза тщательно промыть их водой и немедленно обратиться к преподавателю, а затем к врачу.

При заряде аккумуляторов, особенно в заключительной фазе заряда, в аккумуляторах образуется взрывоопасная газовая смесь, поэтому заряд аккумуляторов следует производить в хорошо вентилируемом помещении. Монтаж и демонтаж аккумуляторов проводить не ранее чем через 2 часа после окончания заряда. Заряд проводить с вывернутыми пробками.

При необходимости проведения заряда батареи от внешнего источника в отсеках вагонов, соблюдать особую осторожность! Любая искра может вызвать взрыв газовой смеси!

3. При проведении обслуживания и ремонта системы безопасности в лаборатории поездных устройств и автоматики, Вы должны выполнять требования «Типовой инструкции по охране труда для электромехаников по ремонту подвижного состава».

При проведении технического обслуживания и ремонта элементов электроники и систем безопасности, необходимо выполнять следующие правила:

- при обслуживании системы на подвижном составе запрещается подниматься и спускаться с него во время движения, включать и выключать какие-либо приборы контроля и управления, не относящиеся к обслуживаемым устройствам;
- ремонт элементов системы безопасности и замена блоков должны производиться только на стоянке подвижного состава;
- проверка ЭПК на срабатывание, а также работы, связанные с выводом контроллера машиниста (водителя) из нулевой позиции, должны проводиться электромехаником, имеющим свидетельство на право проведения данных работ;

- при замене и ремонте элементов системы безопасности, а также при измерении сопротивления изоляции монтажа узлов, необходимо выключить питание, и после этого отключить напряжение.

При эксплуатации и ремонте узлов и элементов системы АСОТП (блоков контроля, пожарные извещатели) необходимо особые меры безопасности и предосторожности.

Запрещается производить на вагонах какие-либо работы после снятия высокого напряжения в течение пяти минут, соединять и разъединять штепсельные разъемы, провода, жгуты и кабели, выполнять пайку, замену предохранителей и ламп под напряжением;

- находиться под вагоном и проводить работы на электроаппаратах при поданном высоком напряжении 750В на токоприемники;
- производить заземление электрических устройств проводом с диаметром менее 5 мм;
- обслуживать автоматизированную систему пожаротушения при их включении в сеть и вращающихся вентиляторах.

Не допускается проведение работ по обслуживанию пневматического оборудования, находящегося под давлением.

Работы при обслуживании, связанные с использованием легковоспламеняющихся жидкостей, масел и смазок проводить в строгом соответствии с требованиями пожарной безопасности.

4. Техника безопасности при ремонте групповых аппаратов и электрических машин.

Перед началом ремонта электрооборудования электроподвижного состава должны быть обесточены все силовые электрические цепи, отключены выключатели тяговых электродвигателей, крышевой разъединитель поставлен в положение «Заземлено», выпущен воздух и перекрыты краны пневматической системы электроаппаратов. Кроме того, при необходимости ремонта отдельных аппаратов должны быть сняты предохранители, защищающие данный участок цепи.

При снятии аппаратов с ЭПС и транспортировании их к месту ремонта кранами следят за правильностью закрепления и равномерностью натяжения тросов, за отсутствием посторонних лиц в подкрановом поле.

Продувку электрических аппаратов необходимо производить на специально приспособленном стойле или на выделенных для этой цели путях, которые должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, не допускающей распространение пыли в окружающую среду. До начала продувки необходимо включить отсос пыли. Продувку электрических аппаратов, снятых с ЭПС для ремонта, следует производить в специальных обдувочных камерах, так же оборудованных вытяжной вентиляцией.

При осмотре и ремонте электроаппаратов необходимо пользоваться переносными лампами напряжением 12-36 В, которые имеют предохранительную сетку и исправную проводку.

При испытании аппаратов на стенде запрещается прикасаться к вращающимся валам и переключающимся контакторным элементам. Регулируя предельную муфту силового контроллера приспособлением, разработанным заводом-изготовителем, надо соблюдать осторожность, так как при натяжении тросика возможен его срыв.

Зубчатые передачи редуктора группового аппарата при его испытании должны быть закрыты предохранительным чехлом. Корпус передвижного трансформатора и рамы испытываемого аппарата необходимо заземлить.

После ремонта электроподвижного состава и опробование электропоезда под рабочим напряжением должно производить лицо, имеющее право управления, в присутствии проводившего ремонт мастера или бригадира, которые до начала опробования должны убедиться в том, что:

- все работники находятся в безопасных местах, и подача высокого напряжения на токоприемник не грозит им опасностью;
- закрыты люки машин, двери шкафов управления, щиты стенок ВВК, реостатных помещений, крышки подвагонных аппаратных ящиков;
- под кузовом подвижного состава нет людей, инструментов, материалов и посторонних предметов;
- с машин и аппаратов после их ремонта сняты все временные присоединения;

– машины, аппараты, приборы и силовые цепи готовы к пуску и работе.

Приступать к выполнению практических заданий, если известны безопасные способы его выполнения. В случае неясности обратиться к преподавателю за разъяснением. При получении новой работы попросить преподавателя дополнительного инструктажа по технике безопасности.

При несчастном случае немедленно обратиться в медпункт, поставив при этом в известность преподавателя.

Перед началом проведения работ, соблюдать ряд требований.

Привести в порядок рабочую одежду, застегнуть рукава, подобрать волосы под плотно облегающий головной убор. Организовать свое рабочее время так, чтобы все необходимое для работы было под руками. Проверить исправность инструмента.

Наибольшую опасность при осмотре и ремонте вспомогательных машин предоставляет поражения электрическим током пониженного напряжения при шлифовке или обточке коллекторов, сушке изоляции тяговых двигателей током низкого напряжения.

Возможны так же ожоги и травмирования рук при работе на неостывшем двигателе, смене щеткодержателей постановки кронштейнов без применения специального инструмента. Поэтому применяют специальные ключи для смены щеткодержателей и их кронштейнов приспособления с изолированным резцом для коллекторов, колодки с изолированными ручками для шлифовки коллекторов. При осмотре и ремонте необходимо строго выполнять требования техники безопасности. При пропиточных работах и особенно компаундирующих, на ряду с правилами техники безопасности соблюдать так же противопожарные мероприятия. Выполнение работ с деталями из пластмассы, особенно из стекла пластика, требует обязательного соблюдения правил техники безопасности. Стеклянная пыль, стеклопластики, попадая на кожу, вызывает ее раздражение и зуд.

Перед началом работы рекомендуется чистые, сухие руки смазать пастой. Биологические перчатки их просушить на воздухе 5-7 минут. Рабочая одежда должна иметь длинные рукава и глухой воротник.

Во время работы нельзя касаться открытых частей тела руками, загрязненными пылью и эпоксидным компаундом. Остатки компаунда с рук смывают спиртово-

канифольной смесью и затем моют руки горячей водой с мылом и смазывают глицерином. При испытаниях необходимо исключить возможность соприкосновения с вращающимися частями и особенно касаться токоведущих частей, находящихся под напряжением, кроме того, необходимо обеспечивать выполнение всех требований промышленной санитарии, предъявляемых к помещению, где ремонтируют и испытывают электрические машины.

5. Требования безопасности по окончании проведения работы:

Привести в порядок рабочее место и сдать его преподавателю.

Выключить все электроприборы, рубильники оборудования.

Емкости со смазками, керосином, соляркой закрыть крышкой.

Уложить шланги аккуратными кольцами, собрать инструмент и уложить его в переносной ящик, личный инструмент закрыть в отведенном специальном ящике, инструмент общего пользования сдать.

Собрать использованные обтирочные материалы в металлические ящики с плотно закрывающейся крышкой.

Все средства измерения, приспособления и оборудование очистить от грязи, осмотреть и при наличии неисправностей поставить в известность преподавателя.

Для очистки кожи от производственных загрязнений по окончании работ необходимо применять защитно-отмывочные пасты и мази, сочетающие свойства защитных и моющих средств.

Для поддержания кожных покровов в хорошем состоянии после проведения работ следует использовать различные индифферентные мази и кремы (борный вазелин, ланолиновый крем и другие мази).

Обо всех замечаниях, недостатках, обнаруженных во время работы, сообщить преподавателю.

Вымыть лицо и руки теплой водой с мылом. Возвращаясь домой, соблюдать правила дорожного движения и требования техники безопасности при нахождении на предприятиях, ходить по депо нужно по определенным маршрутам (пешеходным дорожкам).

Практическая работа 1

Наименование: Выполнение заданий по изучению видов дефектов электрооборудования.

Цель работы: Исследовать виды дефектов электрооборудования.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочтайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы.

2.1 Какие виды дефектов возникают при эксплуатации транспортного электрооборудования?

2.2 По каким причинам возникают дефекты? Ответ объясните.

2.3 Нужно ли обращать внимание на неисправность элементов электрооборудования подвижного состава? Ответ объясните.

2.4 Какое значение имеет возникновение дефектов электрооборудования?

Задание

Рассмотреть виды дефектов электрооборудования, возникающие при эксплуатации электрического транспорта.

Учебный материал

Одним из основных элементов технологической подготовки ремонтного производства является разработка технологического процесса, где предложена методика разработки технологических процессов проведения дефектовки узлов и деталей электрооборудования, основанная на электротранспортном предприятии, при подходе с использованием групповой технологии и конструкторско-технологической подготовки производства.

Проектирование технологического процесса проводится в две стадии, на первой стадии выполняется структурный анализ объекта ремонта с целью выявления перечня сборочных единиц, элементов и деталей, входящих в его состав. По результатам анализа составляется структурная схема объекта ремонта.

На второй стадии разрабатываются варианты технологических маршрутов ремонта отдельных узлов, сборочных единиц и восстановления деталей. Разрабатывая технологические процессы проведения дефектовочных работ,

выбираются технологические операции и средства их оснащения с выдачей требований на технологические параметры.

На основании разработанных технологических операций определяются технические условия на разработку нестандартного технологического оборудования. Предложен типовой перечень технологической документации, необходимой для организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава в условиях электротранспортного предприятия, куда относят титульный лист и ведомость технологической документации, карты технологического процесса, выполненные на картах эскизов и маршрутных картах.

Разработанные типовые технологические процессы (комплекты документов) относятся к унифицированным комплектам документов. Сам технологический процесс описывается комплексно, по всем операциям в технологической последовательности выполнения, с описанием общих данных по выполняемым действиям, с указанием данных по технологической оснастке, технологическим режимам и трудозатратам.

Комплекс предназначен для автоматизации процесса испытаний тягового привода при приемосдаточных испытаниях на участке ремонтных предприятий. Этот проект испытательного стенда отличает максимальное использование стандартного оборудования, в основном аппаратуры подвижного состава, что позволяет существенно удешевить проектируемый стенд и уменьшить производственные затраты во время его эксплуатации.

Практическая работа 2

Наименование: Выполнение заданий по изучению устройств и оборудования по предупреждению дефектов электрооборудования.

Цель работы: Научиться подбирать устройства и оборудование по предупреждению дефектов электрооборудования.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Устно ответьте на контрольные вопросы.

2.1 Для чего служат устройства и оборудование по предупреждению дефектов электрооборудования?

2.2 Имеет ли значение вид оборудования по предупреждению дефектов электрооборудования? Ответ объясните.

2.3 Нужно ли предупреждать дефекты электрооборудования? Ответ объясните.

2.4 Какое значение имеет устранение дефектов?

Задание

Подобрать устройства и оборудование для предупреждения дефектов электрооборудования.

Учебный материал

Удачным решением автоматизированного технологического процесса, разработанного в конструкторском бюро города Москва, стало испытание элементов тягового привода после ремонта на нагрузочном стенде. Создан и нашел широкое применение в ряде электротранспортных депо автоматизированный информационно-управляющий комплекс для испытательного стенда тягового привода.

Комплекс предназначен для автоматизации процесса испытаний тягового привода при приемосдаточных испытаниях на участке ремонтных предприятий. Этот проект испытательного стенда отличает максимальное использование стандартного оборудования, в основном аппаратуры подвижного состава, что позволяет существенно удешевить проектируемый стенд и уменьшить производственные затраты во время его эксплуатации.

Автоматизация испытаний тягового привода позволяет повысить точность и качество работ, получить более достоверные результаты. Это в конечном итоге повышает надежность тягового привода в эксплуатации. Алгоритм испытания разработан в соответствии со стандартом и правилами ремонта электронных блоков и предусматривает выполнение всех режимов приёмо-сдаточных испытаний независимо от оператора испытательного стенда.

Прогнозируемое уменьшение количества отказов тягового привода при применении автоматизированного информационно-управляющего комплекса

позволит сократить на 5-10 % количество внеплановых ремонтов вагонов подвижного состава.

Результаты испытаний сохраняются в базе данных ЭВМ и представляются в виде протокола и файла данных. Система позволяет имитировать работу тягового привода и пульта управления. Система оснащена персональным компьютером, современными измерительными и коммутационными устройствами. Программное обеспечение позволяет оператору выполнять все диагностические операции в режиме интерактивного диалога.

Программа обеспечивает измерение, регистрацию, сохранение в базе данных значений контролируемых параметров, конечный диагностический результат выдается в виде протокола с указанием неисправных элементов.

За период с 2009 по 2016 годы, разработанные и усовершенствованные образцы нестандартного оборудования (технологические участки, позиции, установки, испытательные комплексы) тех или иных модификаций для различных серий подвижного состава внедрены в технологические процессы ремонта и успешно эксплуатируются в 11 электротранспортных предприятиях России.

В рамках указанного научного направления успешно функционируют студенческое технологическое бюро, конструкторское бюро. Создан производственный участок по изготовлению нестандартного технологического оборудования. Использование в электротранспортных депо разработанных технологических процессов, испытательного и нестандартного оборудования, позволяет механизировать технологические операции при ремонте подвижного состава, высвободить часть ремонтного персонала на рабочих участках предприятия, сократить время простоя в ремонте, повысить качество и оптимизировать технологические процессы ремонта.

Практическая работа 3

Наименование: Выполнение заданий по изучению систем возникновения дефектов электрического оборудования.

Цель работы: Усвоить суть системы возникновения дефектов электрического оборудования.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Устно ответьте на контрольные вопросы.
 - 2.1 Имеет ли место система возникновения дефектов электрического оборудования?

2.2 Стоит ли брать во внимание систему возникновения дефектов электрического оборудования? Ответ объясните.

2.3 Нужно ли прогнозировать возникновение дефектов электрооборудования?
Ответ объясните.

2.4 Какое значение имеет система возникновения дефектов?

Задание

Рассмотреть систему возникновения дефектов электрического оборудования.

Учебный материал

Состояние электроподвижного состава определяют методы технической диагностики, которая называется безразборная диагностика и дефектоскопия. Безразборная диагностика применяется для проверки основных параметров агрегатов механической части, электрических аппаратов и машин, устройств, обеспечивающих безопасность движения поездов без демонтажа в тяговой единице. Дефектоскопию применяют для диагностики элементов с целью обнаружения в них дефектов (нарушений спешности).

Применяется ряд косвенных методов диагностики. Так, если значения диагностических параметров системы не поддаются непосредственному измерению, то их находят измерением и обработкой значений других параметров (например, влажность изоляции, выступание пластин коллектора, витковые замыкания обмотки якоря и другие).

Целью научного становления считается перспективный этап диагностики, целью прогнозирования — выявление элементов, имеющих признаки того, что отказ еще не произошел, но с высокой вероятностью произойдет в ближайшее время. Признаками того, что отказ произойдет в ближайшее время, является снижение сопротивления изоляции, наличие следов затрудненного процесса дугогашения, изменение структуры и внешнего вида смазки в деталях изделия, тяжелый запах и

изменившийся цвет смазки и другие. На основании статистических данных об отказах оборудования за интервал пробега определяют экономически целесообразные периодичность и объем диагностики.

Безразборная диагностика

Техническими средствами безразборной диагностики являются различные переносные и стационарные устройства. В пути следования, при приемке и сдаче подвижного состава применяются встроенные (бортовые) диагностические устройства, а также органолептические способы контроля (простукивание, контроль температуры на ощупь, осмотр и другие виды). Встроенные устройства облегчают машинисту поиск отказавших элементов, могут выполнять функции защиты и управления, а при наличии регистрирующего прибора осуществляют диагностику и запись контролируемых параметров в рабочем режиме системы.

К бортовым устройствам технической диагностики, устанавливаемым непосредственно на электроподвижном составе с целью информации и направленного поиска отказа в условиях эксплуатации, относятся:

- блинкерная (кнопочная) сигнализация — сигнализирует о положении защитных реле. При срабатывании реле в смотровом окне сигнализатора показывается флагок с номером защитного аппарата, что указывает локомотивной бригаде на цепь, содержащую отказавший элемент. Таким образом, существенно сокращается время поиска отказа и его устранения;
- сигнальные лампы, которые выдают информацию о функционировании основных агрегатов (тяговых трансформаторов, мотор-компрессоров, мотор-вентиляторов), положении защитных аппаратов, состоянии выпрямительных установок, блоков управления и другие;
- кнопочное устройство типа «ПУМ-ШКОДА» — применяется для диагностики цепей управления путем последовательной проверки цепи по участкам;
- диагностическое устройство Д-6 — применяется для диагностики состояния реостатного тормоза (схемы регулятора и импульсного преобразователя). Поиск отказавшего элемента осуществляется с пульта машиниста.

При эксплуатации электроподвижного состава применяют переносные диагностические устройства. При техническом обслуживании и ремонтах применяют

как стационарные, так и переносные технические средства, средства поузловой диагностики. На различное диагностическое оборудование и установки разработаны свои технологические процессы, и при проведении диагностики необходимо их соблюдать, которые позволяют обеспечивать бесперебойную эксплуатацию электрооборудования подвижного состава.

Практическая работа 4

Наименование: Определение признаков и причин дефектов токоприемников и разъединителей силовых цепей.

Цель работы: Научиться определять признаки и причины дефектов токоприемников.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы.

2.1 Какие признаки свидетельствуют при возникновении дефектов токоприемников и разъединителей силовых цепей?

2.2 В чем причины возникновения дефектов токоприемников и разъединителей силовых цепей? Ответ объясните.

2.3 Возможно ли прогнозировать возникновение дефектов токоприемников и разъединителей силовых цепей? Ответ объясните.

2.4 Какое значение имеет возникновение дефектов токоприемников?

Задание

Определить признаки и причины дефектов токоприемников по рисунку 4.1.

Учебный материал

На подвижном составе магистральных железных дорог применяются токоприемники (пантографы) с подъемным механизмом в виде шарнирного многозвенника, обеспечивающим вертикальное перемещение полоза. Токоприемник типа ТЛ-13У (токоприемник легкой серии, модель 13, с угольными контактными вставками) применяется на электровозах переменного тока.

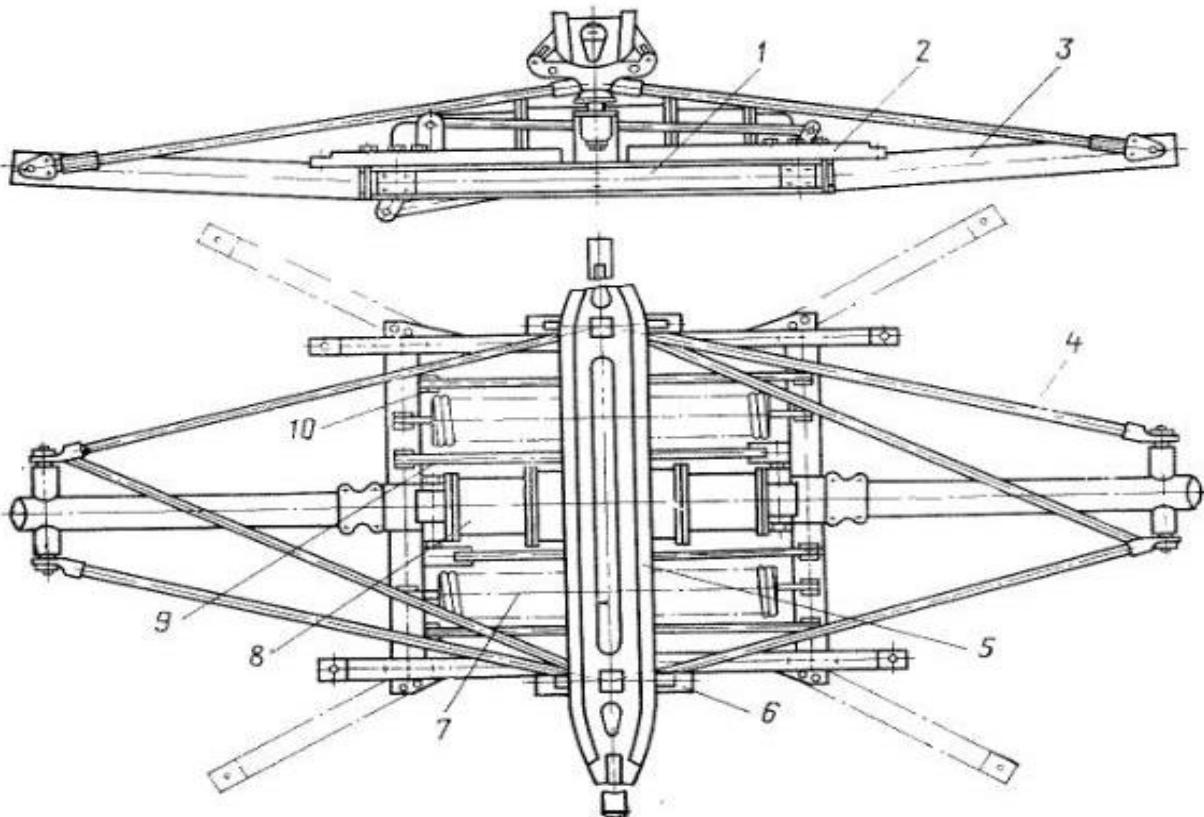


Рисунок 4.1 – Токоприемник ТЛ-13У

1 – основание; 2 – кронштейн основания; 3 – труба (рычаг) нижней рамы; 4 – труба верхней рамы; 5 – полоз; 6 – каретка; 7 – подъемная пружина; 8 – пневматический цилиндр; 9 – тяга-толкатель; 10 – синхронизирующая тяга.

В основании токоприемника, укрепленном на изоляторах, установлены два вала, которые могут поворачиваться вокруг своих осей. К каждому из двух валов жестко прикреплены нижние рамы, с которыми шарнирно связаны верхние рамы. Верхние рамы связаны друг с другом также шарнирно специальной кареткой, к которой прикреплен полоз с токосъемными вставками. Благодаря наличию синхронизирующих тяг, связанных с валами рычагами, валы и вместе с ними нижние рамы могут поворачиваться только одновременно и симметрично (либо сходиться, либо расходиться). При повороте навстречу, т.е. левого вала по часовой стрелке, а правого – против, рамы поднимаются. При обратном движении валов токоприемник опускается. Растигнутые пружины постоянно стремятся повернуть валы навстречу, т.е. поднять токоприемник, поэтому их называют подъемными. Сжатая пружина стремится повернуть рычаг по часовой стрелке. Толкатель через фигурный рычаг поворачивает вал в направлении опускания токоприемника. Таким образом, на

токоприемник постоянно действуют подъемные и опускающие пружины с усилиями, направленными в противоположные стороны.

При подаче сжатого воздуха в цилиндр поршень, преодолевая усилие пружины, перемещается вправо, рычаг поворачивается против часовой стрелки, отводя толкатель от рычага. Этим исключается воздействие опускающей пружины, и подъемные пружины осуществляют беспрепятственно подъем токоприемника. Сила нажатия токоприемника на контактный провод зависит от усилий. Чтобы опустить токоприемник, сжатый воздух нужно выпустить из цилиндра в атмосферу. Опускающая пружина, разжимаясь, поворачивает рычаг 9 по часовой стрелке; толкатель 4, нажимая на рычаг, поворачивает вал по часовой стрелке (а левый вал поворачивается против часовой стрелки), и происходит опускание токоприемника. Токоприемники, разработанные специально для электровозов переменного тока, существенно отличаются от токоприемников П-1В, имеют более совершенную конструкцию и лучшие технические данные.

Токоприёмники работают в сложных условиях. Они подвержены воздействию атмосферных явлений (дождь, снег, ледообразование, ветер). При больших скоростях движения ухудшается взаимодействие токоприемника с контактным проводом. Неисправность токоприемника отрицательно влияет на состояние не только ЭПС, но и контактной сети (быстрый износ провод, его пережог и обрыв, излом фиксаторов и т.д.). Повреждения контактной сети из-за неисправностей токоприемников могут вызвать длительные перерывы в движении поездов и большие материальные затраты на восстановление.

В эксплуатации также происходит изменение характеристик токоприемника, т.е. изменяется нажатие полоза на контактный провод.

Практическая работа 5

Наименование: Определение признаков и причин дефектов крышевого оборудования.

Цель работы: Исследовать признаки и возникновение причин дефектов крышевого оборудования, на примере главного разъединителя.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Выполните задание по варианту, заданному преподавателем. В форме письменного ответа представьте: содержание «Дано»; содержание «Найти»; рисунок 6.1; с рисунка 6.2 кривую намагничивания элементов изделия для заданного варианта; решение по алгоритму, приведённому в учебном материале.

Задание

Магнитная цепь с магнитопроводом, выполненным из стали с размерами, приведёнными на рисунке 6.1, содержит катушку возбуждения магнитного потока с числом витков ω и током I . Используя кривую намагничивания стали $B(H)$ (Рисунок 6.2), по данным, приведённым в таблице 6.1 для заданного варианта, определите величину, отмеченную в таблице звёздочкой.

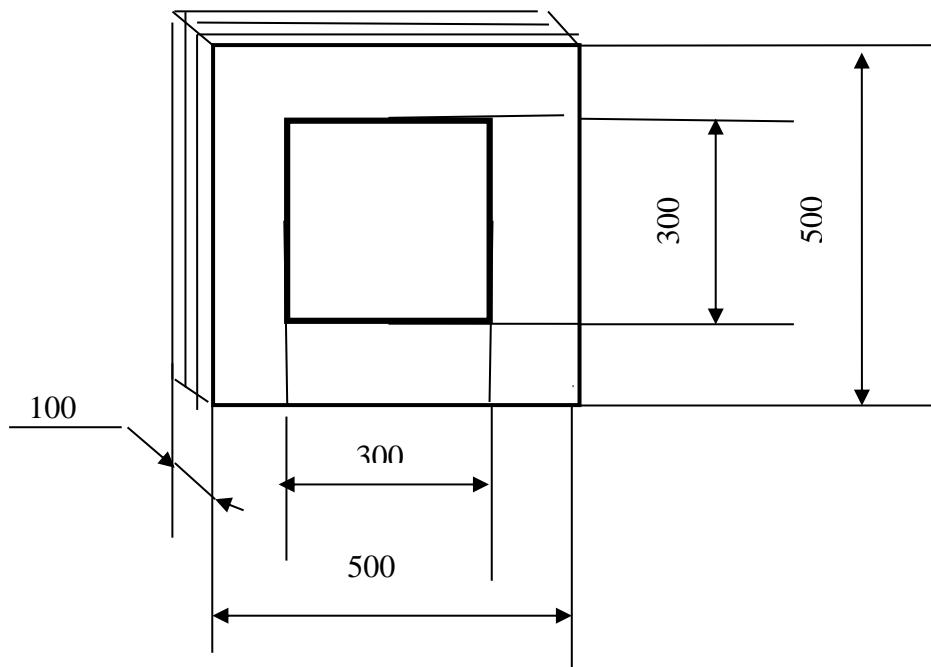
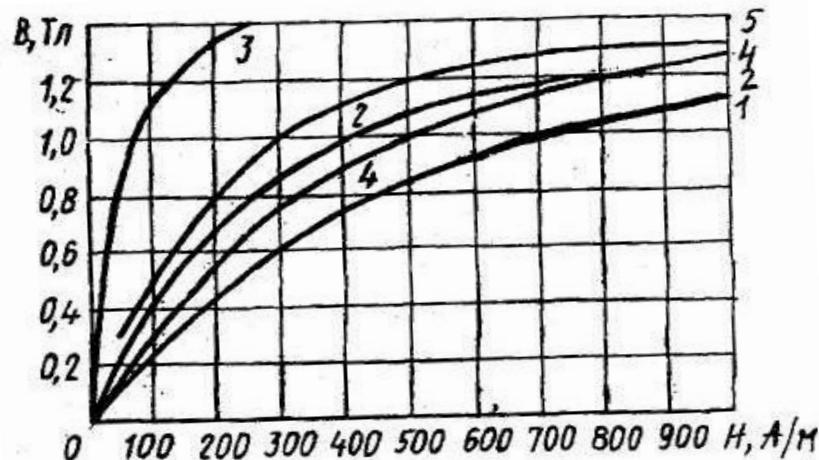


Рисунок 6.1 – Магнитная цепь

Таблица 6.1 – Данные для расчета

| Вариант | I | II | III | IV | V | VI |
|-------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| ω | 400 | * | 400 | * | 800 | * |
| I, A | * | 2 | * | 1 | * | 3 |
| Φ, B_6 | $1 \cdot 10^{-2}$ | $1,2 \cdot 10^{-2}$ | $1,4 \cdot 10^{-2}$ | $1,4 \cdot 10^{-2}$ | $1,2 \cdot 10^{-2}$ | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| $B(H)$ | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |



Рисунок

6.2 – Кривые намагничивания элементов главного разъединителя

Учебный материал

Часть электротехнического устройства, отдельные участки которого выполнены из ферромагнитных материалов, по которым замыкается магнитный поток, называется **магнитной цепью**.

Примером таких цепей являются сердечники трансформаторов, магнитных усилителей, электрических машин и т. д.

Магнитные цепи бывают разветвлённые и неразветвлённые, однородные и неоднородные.

Магнитная цепь, которая выполнена из одного материала и по всей длине имеет одинаковое сечение, называется **однородной**.

Характерной особенностью **неразветвлённой** магнитной цепи является неизменный магнитный поток во всех участках цепи.

Для расчёта магнитных цепей можно воспользоваться законом полного тока:

$$\Sigma I = I\omega, \quad (6.1)$$

где I – сила тока в обмотке;

ω – число витков обмотки.

При этом решается одна из двух задач:

1. *Первая задача*, в которой по заданному магнитному потоку Φ в магнитной цепи определяют намагничающую силу $I\omega$.

2. Вторая задача, в которой по заданной намагничивающей силе $I\omega$, определяют магнитный поток Φ .

Алгоритм решения *первой задачи*.

1. По заданному магнитному потоку и габаритам цепи определите магнитную индукцию по формуле:

$$B = \Phi/S, \quad (6.2)$$

где S – сечение магнитопровода.

2. По вычисленной индукции B , используя кривую намагничивания материала сердечника, определяют напряжённость H .

3. По закону полного тока определите намагничивающую силу:

$$I\omega = H \cdot l, \quad (6.3)$$

где l – длина средней линии магнитопровода.

Алгоритм решения *второй задачи*.

1. По закону полного тока (6.3) определите напряжённость поля магнитной цепи по формуле:

$$H = I\omega / l \quad (6.4)$$

2. По вычисленному значению напряжённости H , используя кривую намагничивания материала сердечника, определяют индукцию B .

3. По формуле (6.2) определите магнитный поток:

$$\Phi = B \cdot S \quad (6.5)$$

Практическая работа 6

Наименование: Выявление признаков и причин дефектов высоковольтных аппаратов коммутации.

Цель работы: Усвоить выявление признаков и причин дефектов высоковольтного аппарата коммутации – воздушного выключателя.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы.

2.1 Какие признаки свидетельствуют при возникновении дефектов воздушного выключателя?

2.2 Пользуясь рисунком 5.1, объясните причины возникновения дефектов воздушного выключателя?

2.3 Возможно ли прогнозировать возникновение дефектов воздушного выключателя? Ответ объясните.

2.4 Какое значение имеет возникновение дефектов воздушного выключателя?

Задание

Проверьте опытным путём возникновение дефектов воздушного выключателя.

Учебный материал

Воздушный выключатель является основным защитным аппаратом, поэтому он должен быть постоянно готов к действию – к отключению. Возможно и ошибочное включение выключателя на короткозамкнутую цепь, при этом он должен немедленно отключиться. Следовательно, до включения выключателя в его резервуаре должен быть сжатый воздух. Специальное реле давления 44 не допускает, включения выключателя при недостаточном давлении в резервуаре и вызывает его отключение, если давление, снижаясь, достигает минимального уровня. Для включения выключателя (точнее, для включения его разъединителя) необходимо, чтобы в резервуаре 39 был сжатый воздух при определенном давлении, которое контролируется манометром 43 и реле давления 44. Контакт 45 замыкается в том случае, когда давление больше 568 кПа. Если давление меньше, то разомкнутым контактом отключен общий провод цепей управления, и включить выключатель невозможно. Если выключатель был включен, а давление стало ниже 470,4 кПа, контакты реле давления приведут в действие отключающий механизм выключателя и произойдет отключение.

Сжатый воздух подводится к резервуару 39 по каналу 41 через обратный клапан 42. Обратный клапан поставлен для предотвращения утечки воздуха из резервуара в случае снижения давления в пневматической системе электровоза. Из резервуара воздух поступает по каналу 47 в полость 49 клапана отключения 31 и по каналу 50 в полость 51 пускового клапана 58. Одновременно через патрон аэрации 22 по каналу 23 осуществляется постоянная дозированная вентиляция полостей наклонного 15 и горизонтального 7 изоляторов. Удерживающая катушка 32 состоит из обмотки 35, якоря 33 и пружины 34. Когда на катушку подано напряжение, она удерживает якорь 33 притянутым в правом положении. Если выключатель (разъединитель) отключен, то толкатель 37, находясь в правом положении, не сжимает пружину, и она независимо от наличия напряжения на удерживающей катушке не воздействует на якорь 33. При включенном выключателе толкатель сжимает пружину, и ее усилие стремится переместить якорь влево. Однако якорь удерживается электромагнитными силами катушки в правом положении. Если разорвать цепь удерживающей катушки, то якорь под воздействием пружины переместится влево и рычагом 28 откроет клапан 31, что является начальной операцией отключения выключателя.

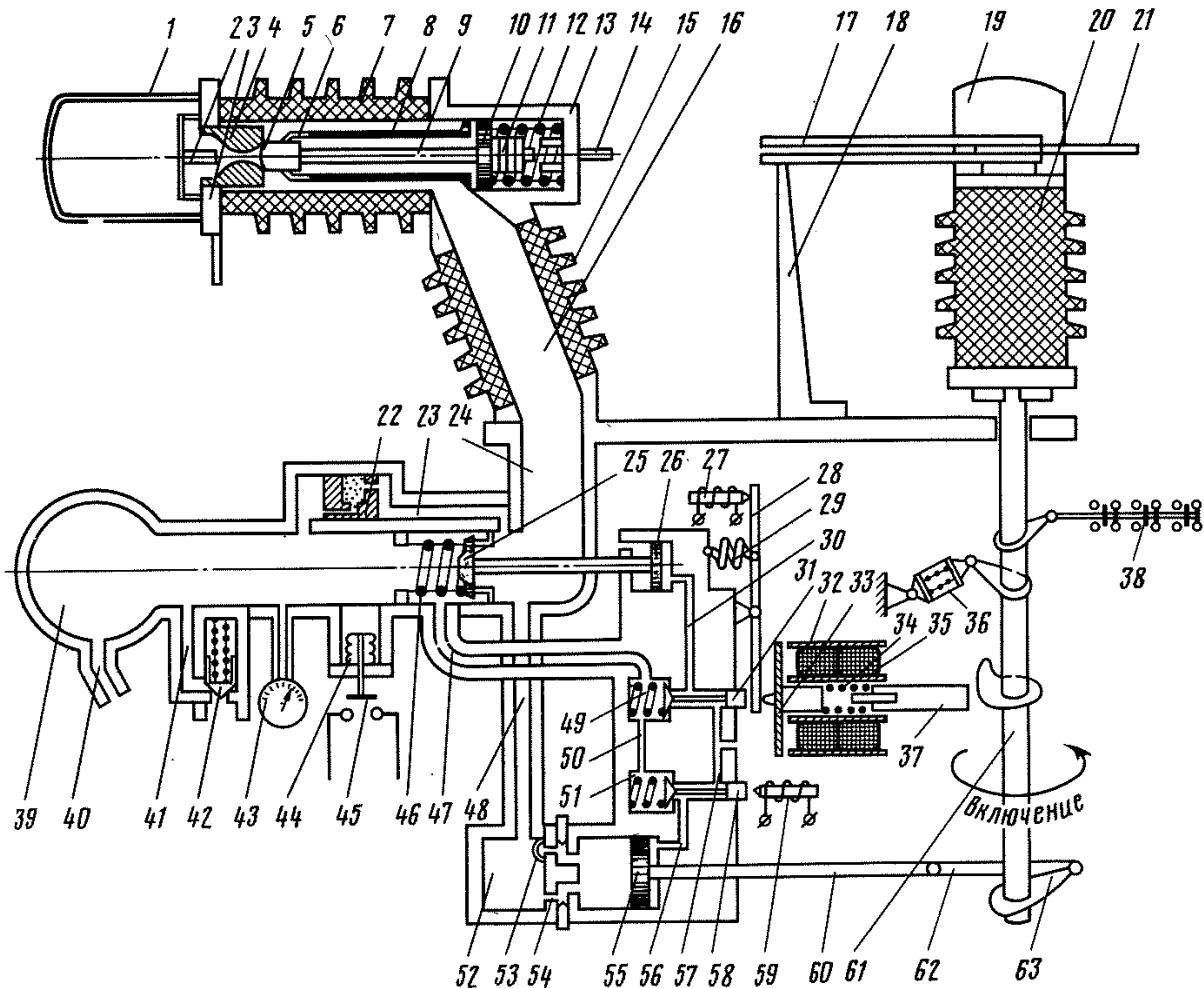


Рисунок 5.1 – Принцип действия воздушного выключателя

Операция включения выключателя. Чтобы включить выключатель, машинист сначала включает кнопку «Выключение ВОВ». При этом напряжение 50В подается на обмотку 35 удерживающей катушки. Затем машинист кратковременно, в течение 2 - 3 с, нажимает кнопку Включение ВОВ и возврат реле, имеющую пружину возврата. Напряжение 50 В через соответствующие блок-контакты в цепи управления и блок-контакт выключателя, замкнутый в его отключенном положении, подается на включающий электромагнит 59. Он воздействует на пусковой клапан 58. Когда клапан откроется, сжатый воздух из полости 56 по каналу 56 устремится в цилиндр и переместит поршень 55 в левое крайнее положение. Скорость перемещения поршня и соответственно скорость включения разъединителя ограничивается благодаря сжатию воздуха с левой стороны поршня. Воздух в полость 52 перетекает через верхнюю диафрагму, площадь сечения которой регулируется, и клапан 53, благодаря чему устанавливается нужная скорость включения. При движении поршня со штоком

60 и тягой 62 влево рычаг 63 поворачивает вал 61 с изолятором 20 на угол 60 – до замыкания ножа 17 разъединителя с контактом 14 (на виде сверху нож поворачивается против часовой стрелки).

В конце поворота вала рычаг переключает блок-контакты 38, один из которых размыкает цепь включающего электромагнита 59. Сердечник электромагнита возвращается в исходное положение, пусковой клапан закрывается, и сжатый воздух из цилиндра по каналам 56 и 57 уходит в атмосферу. Поршень 55 остается в крайнем левом положении.

При повороте вала 61 в сторону, соответствующую включению выключателя, толкатель 37 перемещается влево, сжимает пружину 34, которая в свою очередь воздействует на якорь 33. Однако якорь электромагнитными силами удерживается в притянутом состоянии. В том случае, когда по каким-либо причинам по удерживающей катушке не протекает ток, под действием пружин якорь перемещается влево, и начинается отключение выключателя.

Чтобы отключить выключатель, нужно привести в действие клапан 31. Для этого необходимо либо разомкнуть цепь удерживающей катушки, либо подать напряжение на отключающий электромагнит 27. Цепь удерживающей катушки может быть разомкнута, либо кнопкой «Выключение ВОВ», либо контактами реле той или иной защиты. Например, на восьмиосных электровозах эта цепь разрывается при срабатывании защиты от перегрузки тяговых двигателей, дифференциальной защиты, защиты выпрямительных установок, защиты от замедленного вращения вала переключателя ступеней, земляной защиты, токовой защиты вспомогательных цепей и токовой защиты силовой цепи.

Отключающий электромагнит воздействует на отключающий механизм выключателя при подаче на его катушку переменного напряжения. При воздействии, как удерживающей катушки, так и отключающего электромагнита рычаг 28 поворачивается по часовой стрелке, преодолевая усилие 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 горизонтального изолятора и одновременно по каналу 48 в камеру 52 и через диафрагму 54, площадь сечения которой регулируется винтом, в цилиндр поршня 55 привода разъединителя.

В дугогасительной камере под действием возрастающего давления поршень 10 и связанный с ним подвижной контакт 5, сжимая пружину 12, переместится вправо на 25 мм. Между разрывными контактами возникнет электрическая дуга. Дуга, образовавшаяся между подвижным 5 и неподвижным 4 контактами, выдувается и гасится потоком сжатого воздуха, который попадает в полость головки, а затем выходит в атмосферу. Для ускорения гашения дуги в зоне ее интенсивного горения помещен тугоплавкий наконечник 2, который делит дугу на несколько частей, облегчая ее гашение. Отключение выключателя всегда сопровождается звуком удара и хлопком, соответствующим выбросу сжатого воздуха в атмосферу.

Контакты разъединителя не должны начинать размыкаться до погасания дуги на дугогасительных контактах. Для обеспечения необходимой выдержки времени в выключателе предусмотрена полость 52, и диафрагма 54 с регулируемым сечением: чем меньше сечение диафрагмы, тем больше будет выдержка времени. Через 0,30 - 0,35 с после начала размыкания дугогасительных контактов поршень 55 под действием сжатого воздуха перемещается в крайнее правое положение, размыкая токоведущую цепь и поворачивая нож разъединителя до замыкания с заземляющим кронштейном 18.

При повороте вала 61 в сторону отключения толкатель 37 перемещается вправо и перестает сжимать пружину. Якорь 33, рычаг 28 и клапан 31 освобождаются от воздействия пружины 34. Пружина в полости 49 закрывает клапан 31. Воздух из-под поршня 26 уходит в атмосферу, закрывается главный клапан 25. После этого давление в камере падает, и поршень 10 с подвижным контактом 5 возвращается в крайнее левое положение: дугогасительные контакты замыкаются. Как в отключенном, так и во включенном положениях вал 61 фиксируется доводящим механизмом 36 со сжатой пружиной. Конденсат из резервуара 39 удаляется через трубку 40.

Практическая работа 7

Наименование: Определение признаков и причин дефектов преобразователей, мотор-вентилятора и электрических печей.

Цель работы: Исследовать поведение тока и напряжения при разных характеристах нагрузки на заданном участке электрической цепи переменного тока на примере преобразователя.

Оборудование: миллиамперметр переменного тока 500 мА; вольтметр переменного тока 250V; плата 2 (резистор ПЭВ - 75 – 750 Ом, конденсатор, катушка); блок питания переменного тока ~ 0 - 250 V (БП 4822 – 2); провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Изобразите электрическую схему последовательного соединения конденсатора (или катушки) и резистора с указанием места включения электроизмерительных приборов: миллиамперметр для измерения силы тока в цепи, а вольтметры для измерения падения напряжения на резисторе и катушке (или конденсаторе), а также напряжения, подаваемого на вход цепи.

3. Заполните таблицу 7.1 (или 7.2).

4. Соберите электрическую цепь по схеме, что ранее изобразили. Дайте её проверить преподавателю.

5. Установите переключатель ЛАТР в положение «~ 0 - 250 V», зафиксируйте на нём напряжение 220 В.

6. Подключите соответствующее питание к проверенной электрической цепи и снимите показания электроизмерительных приборов. Результаты измерения занесите в таблицу 7.1 (или 7.2).

7. Используя формулу 7.1 (или 7.2) и опираясь на рисунок 7.1 (или 7.2) постройте векторную диаграмму при заданной нагрузке.

8. Сравните значение напряжения на входе, измеренное вольтметром, со значением в построенной диаграмме. Письменно обоснуйте математическую зависимость между значением напряжения на входе и значениями падения напряжений на резисторе и катушке (или конденсаторе).

9. Ответьте на контрольные вопросы.

9.1 В чём суть понятий: «активная нагрузка», «реактивная нагрузка»?

9.2 Зависит ли сдвиг фаз между током и напряжением от характера нагрузки и величины её сопротивления? Если да, то как?

9.3 Влияет ли характер нагрузки и величина её сопротивления на потребляемую мощность? Если да, то как?

Задание

Исследуйте поведение тока и напряжения при заданной нагрузке преобразователем. Установите зависимость коэффициента мощности от величины и характера нагрузки преобразователя.

Учебный материал

Электрическая цепь переменного тока с реальной катушкой, то есть катушкой, обладающей активным сопротивлением R и индуктивностью L , можно рассматривать как неразветвленную цепь с последовательно включенными активным R и индуктивным X_L сопротивлениями.

Действующее значение напряжения цепи U определяется геометрической суммой действующих значений падения напряжения на активном U_R и индуктивном U_L сопротивлениях реальной катушки, то есть, определите по выражению:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L \quad (7.1)$$

Так как падение напряжения на активном сопротивлении совпадает по фазе с током, а падение напряжения на индуктивном (реактивном) сопротивлении опережает по фазе ток на 90° , то пользуясь формулой (7.1), получаем векторную диаграмму, представленную на рисунке 7.1.

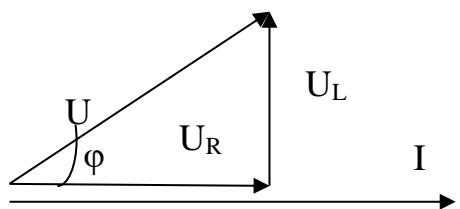


Рисунок 7.1 – Векторная диаграмма при RL нагрузке

Если в цепь переменного тока последовательно включены резистор и конденсатор, то её можно рассматривать как цепь, имеющую активное R и емкостное X_C сопротивления соответственно.

Действующее значение напряжения цепи U определяется геометрической суммой действующих значений падения напряжения на активном U_R и емкостном U_C сопротивлениях, то есть:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_C \quad (7.2)$$

Так как падение напряжения на активном сопротивлении совпадает по фазе с током, а падение напряжения на емкостном (реактивном) сопротивлении отстает по фазе от тока на 90° , то пользуясь формулой (7.2), получаем векторную диаграмму, представленную на рисунке 7.2.

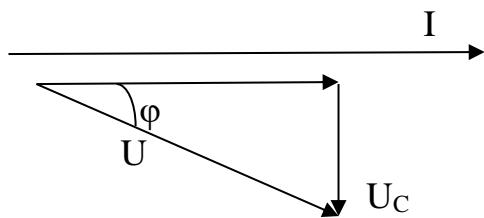


Рисунок 7.2 – Векторная диаграмма при RC нагрузке

В векторных диаграммах, представленных на рисунках 7.1 и 7.2, показан угол ϕ , являющийся сдвигом фаз между током и напряжением на входе.

С помощью значения этого угла можно определить коэффициент мощности цепи по формуле:

$$\cos\phi = P/S, \quad (7.3)$$

где P – активная мощность, Вт;

S – полная мощность, В·А.

Так как в цепи переменного тока потребляется только часть полной мощности, то по величине $\cos\phi$ можно судить об эффективности работы цепи. Понятно, что $\cos\phi = 1$ в том случае, если вся мощность активизируется.

Таблица 7.1 – Действующие величины при RL нагрузке

| | U, В | I, мА | U _R , В | U _L , В | φ | cosφ |
|------------|------|-------|--------------------|--------------------|---|------|
| Измерено | | | | | | - |
| Рассчитано | | - | - | - | - | |

Таблица 7.2 – Действующие величины при RC нагрузке

| | U, В | I, мА | U _R , В | U _C , В | φ | cosφ |
|------------|------|-------|--------------------|--------------------|---|------|
| Измерено | | | | | | - |
| Рассчитано | | - | - | - | - | |

Практическая работа 8

Наименование: Выявление признаков и причин дефектов аккумуляторных батарей, электронасосов и электрокалориферов.

Цель работы: Исследовать поведение тока и напряжения при разных характеристах нагрузки на заданном участке электрической цепи в режиме заряда элементов аккумуляторной батареи.

Оборудование: миллиамперметр переменного тока 500 мА; вольтметр переменного тока 250В; плата 2 (резистор ПЭВ - 75 – 750 Ом, конденсатор, катушка); блок питания переменного тока ~ 0 - 250 V (БП 4822 – 2); провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Изобразите электрическую схему последовательного соединения аккумуляторной батареи с указанием места включения электроизмерительных приборов: миллиамперметр для измерения силы тока в цепи, а вольтметры для измерения падения напряжения на резисторе и катушке (или конденсаторе), а также напряжения, подаваемого на вход цепи.
3. Перенесите данные в таблицу 8.1 (или 8.2).
4. Соберите электрическую цепь по схеме, что ранее изобразили. Дайте её проверить преподавателю.
5. Используя формулу 8.3, объясните причины возникновения дефектов элементов аккумуляторной батареи при заданной нагрузке.

6. Ответьте на контрольные вопросы.

6.1 В чём суть понятий: «активная нагрузка», «реактивная нагрузка»?

6.2 Зависит ли сдвиг фаз между током и напряжением от характера нагрузки и величины её сопротивления? Если да, то как?

6.3 Влияет ли характер нагрузки и величина её сопротивления на потребляемую мощность? Если да, то как?

6.4 Какие признаки и причины возникновения дефектов в электрической цепи электрокалориферов?

Задание

1) Вычислите индуктивность вторичной обмотки индуктивной катушки, если число её витков находится в пределах 17000 - 26000, длина сердечника 10 см, а его поперечное сечение 10x10 мм.

2) Оцените состояние элементов аккумуляторной батареи. Объясните, почему возникли дефекты в электрической цепи заряда аккумуляторной батареи.

3) Вычислите электроёмкость аккумуляторной батареи, созданную в рабочей части её выводов, если диаметр прямого вывода 2 мм, площадь загнутого 2x2 мм, а промежуток в пределах 0,7-0,8 мм.

4) Определите минимальное напряжение, при котором может возникнуть искра между выводами, если электрическая прочность воздуха 30 кВ/см, расстояние между выводами 0,8 мм. Будет ли изменяться пробивное напряжение, если увеличивать искровой промежуток. Если да, то как?

5) Объясните причины возникновения дефектов.

Учебный материал

Электрические цепи подвижного состава предназначены для передачи импульсов напряжения, вызывающих работу подвижного состава, синхронизации этих импульсов с фазой двигателя и распределения импульсов.

Посредством системы зажигания энергия аккумуляторной батареи или генератора (в зависимости от режима работы двигателя) преобразуется в энергию разряда. Этот процесс можно разделить на три этапа:

- накопление энергии в реактивном элементе (в катушке индуктивности);

- индуктирование импульса высокого напряжения в цепи вторичной обмотки индуктивной катушки;
- пробой искрового промежутка между электродами и выделение энергии в искровом разряде.

Электрический разряд имеет две составляющие: емкостную и индуктивную. Это значит, что индуктивности обмоток первичной и вторичной цепи индуктивной катушки и электроёмкость имеют значение и взаимозависимы (в частности от конструктивного исполнения элементов системы питания). Например, ёмкость аккумуляторной батареи около 60 А/ч, ёмкость вторичной обмотки индуктивной катушки 40 - 50 пФ, индуктивность первичной обмотки катушки 0,1 - 10 мГн.

Если обмотку индуктивной катушки рассматривать как дроссельную катушку, то её индуктивность можно вычислить по формуле:

$$L = 4\pi\mu\omega^2 S \cdot 10^{-7} / l, \quad (8.1)$$

где μ – относительная магнитная проницаемость, Гн/м;

ω – количество витков,

S – поперечное сечение сердечника, m^2 ;

l – длина средней силовой линии, м.

Если область рабочей части аккумуляторной батареи рассматривать как конденсатор, то электроёмкость можно вычислить по формуле:

$$C = \epsilon\epsilon_0 S / d, \quad (8.2)$$

где ϵ_0 –электрическая постоянная, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика;

S – площадь одной обкладки, m^2 ;

d – расстояние между обкладками, м.

Зазор между электродами в зависимости от характеристик системы электропитания может изменяться. В системе с электродвигателем промежуток изменяется в пределах 0,5-0,9 мм, а в системе с асинхронным двигателем 1,8-2 мм.

С увеличением искрового промежутка возрастает величина пробивного напряжения. Однако кроме него, на пробивное напряжение оказывает влияние целый ряд факторов. К ним относятся степень сжатия, скоростной режим, состав рабочей смеси, угол опережения, температура электролита. Так, при увеличении частоты вращения подвижной части электрической машины пробивное напряжение уменьшается. Уменьшается оно также при увеличении температуры центрального электрода. При пуске электродвигателя, разгоне и работе на режиме полного дросселя пробивное напряжение возрастает.

Если идеализировать процесс пробоя искрового промежутка между выводами батареи, то для расчёта пробивного напряжения можно воспользоваться формулой электрической прочности диэлектрика на пробой:

$$E_{\text{пр}} = U_{\text{пр}} / d, \quad (8.3)$$

где d – толщина диэлектрика, м;

$U_{\text{пр}}$ – пробивное напряжение, В.

Практическая работа 9

Наименование: Определение качества топлива и моторных масел.

Цель работы: Изучить назначение и принцип действия логометрического определителя качества топлива и моторных масел.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста с рисунком 9.1.

2. Перенесите электрическую схему логометрического определителя качества топлива с расшифровкой цифровых обозначений.

3. Устно ответьте на контрольные вопросы:

3.1 С какой целью на подвижном составе определяют качество топлива?

3.2 Что используется в качестве чувствительного элемента в датчике определителя качества топлива и масел? На что реагирует этот чувствительный элемент?

3.3 В изменения какой величины реостатный датчик преобразует изменения измеряемой физической величины?

3.4 На изменения какой величины реагирует стрелка логометрического определителя качества топлива и масел? Зависит ли эта величина от содержания примесей, если да, то как?

3.5 Каким образом оператор получает информацию о качестве топлива и моторных масел?

Задание

Исследуйте технологию проведения определения качества топлива.

Учебный материал

Информация о качестве топлива и смазочных материалов на подвижном составе позволяет оператору рассчитать расстояние, которое может проехать подвижной состав без дополнительной заправки и замены смазочных масел. Для этого на составах устанавливаются приборы для измерения уровня топлива и температуры масла, которые выводят информацию о количестве топлива в баке и температуру масла на панель приборов. Когда топлива остаётся слишком мало, стрелка приближается к красному сектору, во многих приборах управления при этом дополнительно загорается соответствующий индикатор.

На современном подвижном составе применяют дистанционные электрические указатели уровня топлива и смазочных масел двух видов: электромагнитные и магнитоэлектрические (логометрические). Последние обладают значительно меньшей погрешностью измерения вследствие конструкционных особенностей. Подвижной состав отечественного производства имеет измеритель уровня топлива логометрического типа с реостатным датчиком или датчик – указатель уровня топлива и масла.

Конструкция реостатного датчика представлена на рисунке 9.1.

Датчик помещён в корпус 3, крышка 4 которого имеет установочный фланец 6 и вывод 5. В нижней части корпуса установлен реостат из текстолитовой пластины 10 с намотанной на неё с неравномерным шагом никромовой проволокой 12. Один

конец 11 намотки реостата соединён с выводом 5, а второй – с массой 8. Соединение с массой обеспечивает отсутствие искрения.

Ползунок 9 реостата установлен на вращающейся оси 2 и связан с подвижным рычагом 7, на конце которого закреплён пластмассовый поплавок 1. Корпус датчика установлен на верхней крышке топливного бака таким образом, что рычаг с поплавком расположен внутри бака. При понижении уровня топлива поплавок с рычагом перемещается вниз, а ползунок по обмотке реостата в сторону уменьшения сопротивления реостата. Датчик снабжён контактным устройством, при помощи которого включается сигнализатор, оповещающий водителя о снижении уровня топлива до минимального значения и необходимости произвести заправку.

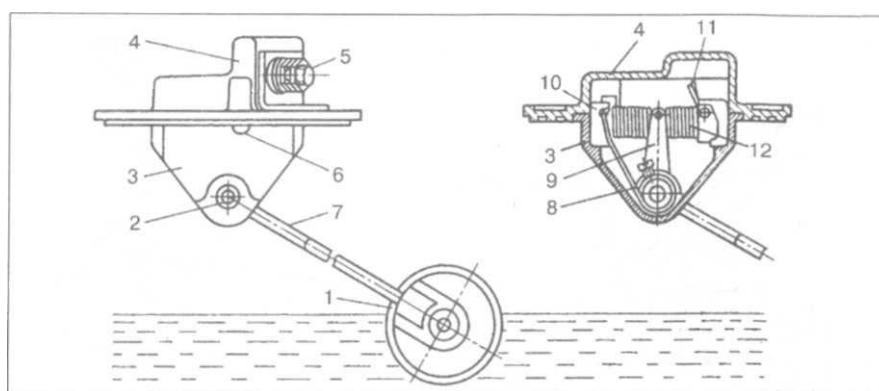


Рисунок 9.1 – Датчик измерителя качества топлива и масла

Практическая работа 10

Наименование: Определение качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов.

Цель работы: Изучить назначение и принцип действия логометрического определителя качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста с рисунком 10.1.
2. Перенесите электрическую схему логометрического определителя качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов с расшифровкой цифровых обозначений.
3. Устно ответьте на контрольные вопросы:

3.1 С какой целью на подвижном составе определяют качество пластичной смазки и лакокрасочных материалов?

3.2 Что используется в качестве чувствительного элемента в датчике определителя качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов? На что реагирует этот чувствительный элемент?

3.3 В изменения каких величин реостатный датчик преобразует изменения измеряемой физической величины?

3.4 На изменения каких величин реагирует стрелка логометрического определителя качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов? Зависит ли эта величина от содержания примесей, если да, то как?

3.5 Каким образом оператор получает информацию о качестве пластичной смазки и лакокрасочных материалов?

Задание

Исследуйте технологию проведения определения качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов.

Учебный материал

Информация о качестве пластичной смазки и лакокрасочных материалов на подвижном составе позволяет оператору рассчитать расстояние, которое может проехать подвижной состав без дополнительной замены пластичной смазки и лакокрасочных материалов. Для этого на стендах технического обслуживания устанавливаются приборы для измерения качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов, которые выводят информацию о количестве пластичной смазки и лакокрасочных материалов на панель приборов оператора. Когда качество пластичной смазки и лакокрасочных материалов неудовлетворительно, стрелка приближается к красному сектору, во многих приборах управления при этом дополнительно загорается соответствующий индикатор.

На современном оборудовании станций технического обслуживания применяют дистанционные электрические указатели качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов двух видов: электромагнитные и магнитоэлектрические (логометрические). Последние обладают значительно меньшей погрешностью

измерения вследствие конструкционных особенностей. Оборудование отечественного производства имеет указатель пластичной смазки и лакокрасочных материалов логометрического типа с реостатным датчиком или датчик – указатель пластичной смазки и лакокрасочных материалов.

Конструкция и схема логометрического измерителя качества пластичной смазки и лакокрасочных материалов представлены на рисунке 10.1.

В качестве указателя используется магнитоэлектрический логометр – прибор, измеряющий процентное присутствие примесей, присущее в пластичной смазке или в лакокрасочных материалах.

Логометрический указатель имеет три измерительных обмотки 1, 2, 3, соединённые таким образом, что магнитные потоки, создаваемые обмотками 1 и 2, действуют вдоль их общей оси и направлены навстречу друг другу. Суммарный магнитный поток обеих обмоток определяется разностью их магнитных потоков. Магнитный поток обмотки 3 действует под углом 90° к суммарному магнитному потоку обмоток 1 и 2. Обмотки 2 и 3 подключены к «массе» через термокомпенсационный резистор 4, а обмотка 1 через добавочный резистор б соединена с датчиком 5. Изменение величины сопротивления реостатного датчика оказывает влияние на величину тока, протекающего в индукционных катушках, а это в свою очередь соответственно изменяет магнитные потоки обмоток указателя, что приводит к отклонению стрелки на соответствующий угол.

Размещение элементов представлено на рисунке 10.1 (б), где: 5 – датчик; 7 – поплавок; 8 – топливный бак.

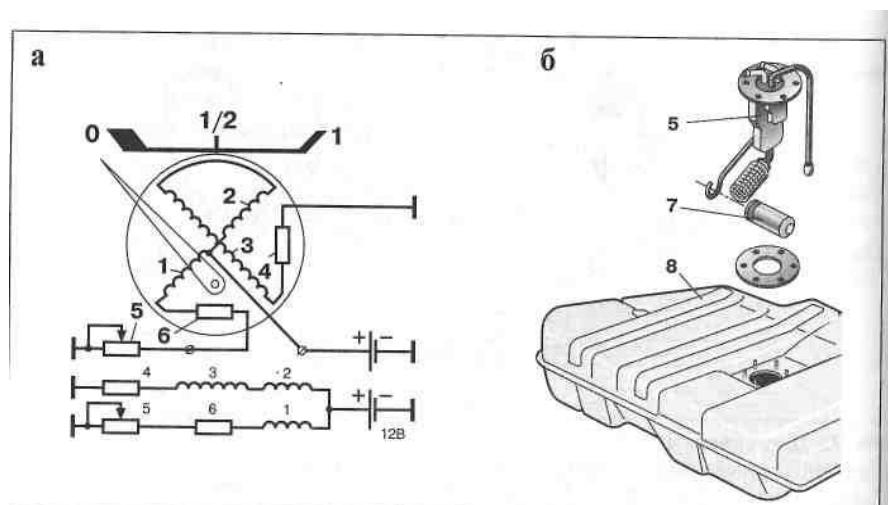


Рисунок 10.1 – Логометрический измеритель качества пластиичной смазки и лакокрасочных материалов (а – электрическая схема; б – размещение)

Практическая работа 11

Наименование: Выполнение заданий по устранению дефектов электрооборудования.

Цель работы: Изучить этапы обнаружения и устранения дефектов блокировочного конденсатора.

Оборудование: Блокировочный конденсатор; тестер (в режиме омметра).

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Проверьте предложенный конденсатор на обрыв. Результат проверки обоснуйте письменно.

3. Письменно ответьте на контрольные вопросы.

3.1 Какие дефекты возникают у блокировочного конденсатора в преобразователе?

3.2 Какие последствия вызовут дефекты блокировочного конденсатора?

3.3 Какими электроизмерительными приборами можно проверить исправности конденсатора?

4. По предложенному преподавателем варианту (таблица 11.1) в представленной модельной ситуации оцените в каждом случае отдельно действия проведения поиска и устранение дефектов.

Модельная ситуация. На ПТО во время технического обслуживания имеется замечание на плохую работу преобразователя во время работы.

Таблица 11.1 – Модельная ситуация

| Порядковый номер | Вариант 1 | Вариант 2 |
|------------------|---|---|
| | Действия работника | Действия работника |
| 1 | Проверил крепление конденсатора на преобразователе и решил, что этих действий вполне достаточно | Специалист однозначно решил, что конденсатор повреждён и его надо просто заменить тестируировать вовсе не обязательно |
| 2 | При проверке конденсатора омметром специалист увидел, что | При проверке конденсатора стрелка тестера отклонилась в сторону |

| | | |
|---|---|--|
| | стрелка прибора остановилась на отметке 5 мОм, и сделал заключение, что эти показания укладываются в норму 1 - 10 мОм, а значит всё нормально | уменьшения сопротивления и назад не вернулась. Специалист решил, что это норма – ведь в этот момент конденсатор разрядился, а значит сопротивляться нечему |
| 3 | При проверке конденсатора измерил его электроёмкость. Прибор показал 2,5 мкФ. Специалист решил, что это нормально | При проверке конденсатора измерил его электроёмкость. Прибор показал 1,8 мкФ. Специалист решил, что это нормально |

Задание

Проведите устранение дефектов в блокировочном конденсаторе, при обнаружении обрыва.

Учебный материал

Блокировочный (помехоподавительный) конденсатор служит для защиты электронного оборудования от импульсов напряжения в системе преобразования.

Помехи в системе преобразования – результат дугового разряда между контактами, распределителя и контактов прерывателя. Источниками помех являются элементы электроники, катушки электромагнитные, распределители и высоковольтные провода.

Блокировочный конденсатор устанавливают параллельно искрящим контактам, между положительным выводом преобразователя и корпусом. Это видно на рисунке 11.1, где показана электрическая схема преобразователя. Как это выглядит реально можно увидеть на рисунке 11.2, на котором показаны элементы преобразователя. Конденсатор изображён под номером 3.

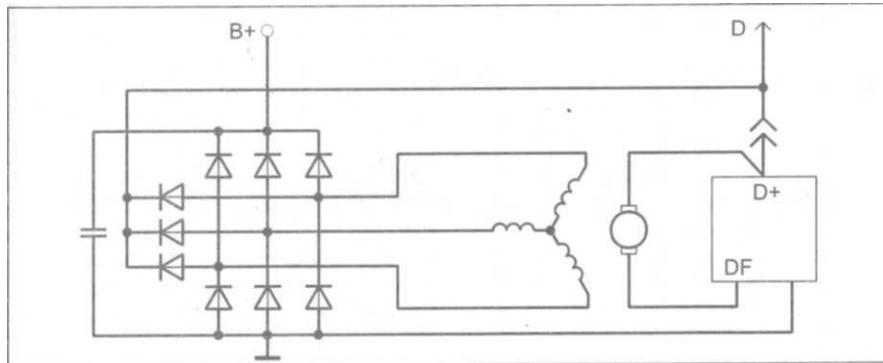


Рисунок 11.1 – Электрическая схема преобразователя

Повреждение конденсатора или ослабление его крепления на преобразователе (ухудшение контакта с «массой») обнаруживается по увеличению помех при работающей машине.

Ёмкость конденсатора, замеренная специальным прибором должна равняться $2,2 \text{ мкФ} \pm 20\%$

Ориентировочно исправность конденсатора можно проверить мегомметром или тестером (по шкале 1 - 10 мОм). Если в конденсаторе нет обрыва, то в момент присоединения щупов прибора к выводам конденсатора стрелка должна отклониться в сторону уменьшения сопротивления, а затем постепенно вернуться обратно.

Практическая работа 12

Наименование: Изучение навыков работы с технологическим и диагностическим оборудованием.

Цель работы: Изучить функциональное действие элементов, входящих в состав выпрямителя с помощью осциллографа.

Оборудование: Лабораторный стенд 17Л – 03; сменная панель 5; генератор стенда ИcН1; осциллограф; съемные элементы КД102А (2 шт.); резисторы $R = 200 \text{ Ом}$ и $R_h = 1 \text{ кОм}$; конденсатор $C = 50 \text{ мкФ}$; электрические провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Перенесите схему с рисунка 12.1.
3. Соберите электрическую цепь по схеме рисунка 12.2 без подключения диода VD_2 , резистора R и конденсатора C . Дайте её проверить преподавателю.

4. Проследите по осциллографу (для его подключения используйте клеммы 1, 2, 3, 4, 5) изменения напряжения.

5. Подключите в схему диод VD_2 . Проследите изменения напряжения по осциллографу. Изобразите изменения в новом графике.

6. Подключите в схему резистор R и конденсатор C . Проанализируйте их работу с помощью осциллографа.

7. По результатам сравнения графиков 12.2 и 12.3 сделайте соответствующий вывод.

8. Письменно ответьте на контрольные вопросы.

8.1 Чем отличается работа однополупериодного выпрямителя от двухполупериодного?

8.2 Каково функциональное назначение конденсатора и резистора в схеме рисунка 12.1?

8.3 Используются ли выпрямитель в электрооборудовании подвижного состава? Если да, то в какой его части и для чего?

Задание

Исследуйте роль фильтра в работе выпрямителей, при этом используя осциллограф.

Учебный материал

Выпрямители – это устройства, которые служат для преобразования переменного тока в постоянный ток. Они широко применяются в различных электронных аппаратах, так как большинство блоков этих аппаратов требует питания постоянным током.

На рисунке 12.1 показана структурная схема выпрямителя, в состав которого входят: силовой трансформатор, служащий для преобразования переменного питающего напряжения; вентиль, обладающий односторонней проводимостью и обеспечивающий преобразование переменного тока в выпрямленный (ток одного направления); слаживающий фильтр, который служит для преобразования выпрямленного тока в ток, близкий по форме к постоянному току.

Силовой
трансформатор

Вентиль

Сглаживающий
фильтр

Нагрузка

сеть → → → →

Рисунок 12.1 – Структурная схема выпрямителя

Современные выпрямители различают по типу вентилей, схеме их включения и числу фаз источника переменного напряжения, а также выпрямители подразделяют на управляемые и неуправляемые.

На рисунке 12.2 представлена схема однополупериодного выпрямителя.

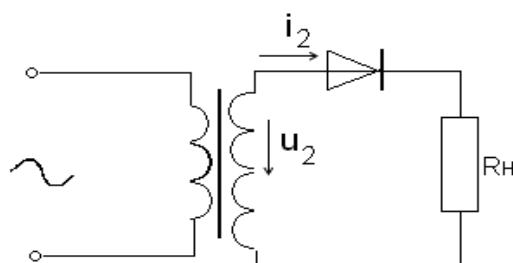


Рисунок 12.2 – Электрическая схема однополупериодного выпрямителя

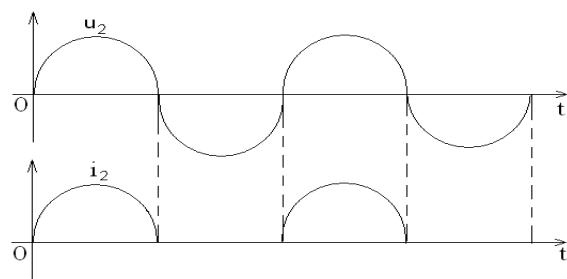


Рисунок 12.3 – Графики тока и напряжения однополупериодного выпрямителя

Переменное синусоидальное напряжение u_2 (Рисунок 12.3) подают на диод. За счет односторонней проводимости ток i_2 проходит только в положительные полупериоды напряжения u_2 и имеет импульсную форму.

Схема двухполупериодного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора (вывод 2) и активной нагрузкой R_H . Вторичная обмотка трансформатора выполнена так, чтобы в точках 1 и 3 были одинаковые, но противофазные относительно точки 2 напряжения u_2' и u_2'' (Рисунок 12.4).

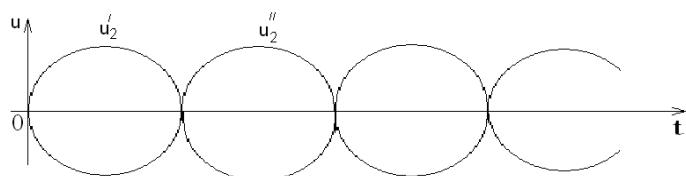


Рисунок 12.4 – Графики напряжений двухполупериодного выпрямителя

При работе схемы диоды поочередно каждый в течение своего полупериода проводят ток в общую нагрузку. Частота пульсаций выходного напряжения двухполупериодной схемы равна удвоенной частоте сети, так как за период напряжения сети ток в нагрузке и напряжение на ней дважды достигают максимума.

Практическая работа 13

Наименование: Освоение технологии устранения дефектов электрооборудования.

Цель работы: Изучить технологию устранения дефектов электронного скоростемера.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Письменно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 Почему важно выполнять технологию устранения дефектов скоростемера?

2.2 Какими приспособлениями и оборудованием вы будете пользоваться, и почему?

2.3 Как будет изменяться число поступающих импульсов в единицу времени, если скорость движения подвижного состава увеличится, но при этом показания не изменятся?

2.4 Если величина тока, измеряемого магнитоэлектрическим прибором будет уменьшаться, то, как эти изменения отразятся на показаниях скоростемера?

Задание

Иследуйте работу скоростемера и определите порядок устранения дефектов.

Учебный материал

Установленный на подвижном составе скоростемер является контрольно-измерительным прибором и находится на панели управления. Он выдает информацию о текущем скоростном режиме. Его показания исключительно важны для выбора правильной скорости и предотвращения нарушения скоростного режима, установленного на данном участке пути.

Принцип действия электронного скоростемера основан на измерении частоты импульсов от датчика скорости. Датчик скорости (Рисунок 13.1) работает на основе

эффекта Холла (датчик Холла – датчик импульсов напряжения будет рассмотрен позднее при изучении темы Электронные устройства автоматики).

Датчик скорости состоит из привода скоростемера, корпуса привода скоростемера, и непосредственно датчика скорости.

На выходе датчика скорости при движении подвижного состава появляются прямоугольные импульсы, нижний уровень которых должен быть не более 1 В, а верхний – не менее 5 В. Датчик выдаёт 6000 прямоугольных импульсов на 1 км пути. Эти импульсы преобразуются электронной схемой скоростемера в электрический ток, измеряемый магнитоэлектрическим прибором, причём величина тока будет зависеть от числа поступающих импульсов в единицу времени, т.е. будет пропорциональна скорости движения подвижного состава.

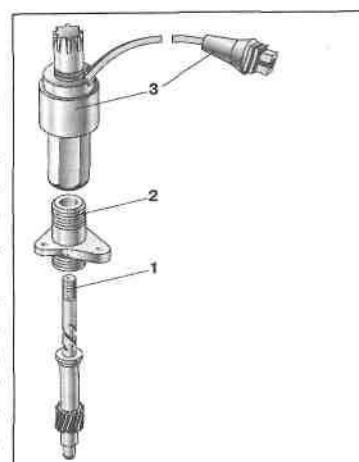


Рисунок 13.1 – Датчик скорости

Помимо этого, электронная схема путём подсчёта поступающих импульсов обеспечивает работу счётчиков пройденного пути: итогового и суточного. Показания суточного счётчика могут быть сброшены во время стоянки подвижного состава при нажатии на кнопку, расположенную на комбинации приборов.

Практическая работа 14

Наименование: Освоение организации производственных методов устранения дефектов электрооборудования.

Цель работы: Усвоить организацию методов устранения дефектов полупроводниковых диодов системы питания электрооборудования.

Оборудование: Лабораторный стенд 17Л – 03; сменная панель 11; генератор стенда G1; амперметр РА – АВ1; вольтметр РВ – АВ2; электрические провода; диоды КД103А и Д9.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Перенесите схему с рисунка 14.1, таблицы 14.1 и 14.2.
3. Соберите электрическую цепь по схеме рисунка 14.2, используя графические обозначения на сменной панели 17Л-03/11, и дайте проверить ее преподавателю.
4. Подключите соответствующее питание к проверенной электрической цепи и снимите показания электроизмерительных приборов при прямом напряжении сначала с одного диода, затем с другого. Результаты измерения занесите в таблицу 14.1 и 14.2 соответственно. Обратите внимание на напряжение, при котором открываются диоды.
5. Пользуясь данными таблиц 14.1 и 14.2, постройте прямые ветви вольтамперной характеристики (ВАХ) в координатных осях.
6. Сравните построенные характеристики диодов и определите их принадлежность к конкретному диоду, и организуйте метод устранения дефектов. По результатам сравнения сделайте соответствующий вывод.
7. Устно ответьте на контрольные вопросы.

7.1 Как вы понимаете необходимость организации производственных методов устранения дефектов электрооборудования?

7.2 Каково основное назначение этих мероприятий?

7.3 Используются ли организация производственных методов устранения дефектов электрооборудования? Если да, то в какой его части и для чего?

Задание

Постройте вольтамперные характеристики диодов и обоснуйте их принадлежность к конкретному диоду, и определите организацию методов устранения дефектов.

Учебный материал

В 1845-1847 гг. немецкий физик Густав Роберт Кирхгоф открыл закономерности в протекании электрического тока в разветвлённых электрических цепях.

Полупроводниковым диодом называется прибор с двумя выводами и одним электронно-дырочным переходом и представляет собой контактное соединение двух полупроводников, один из которых с электронной проводимостью (n -типа), а другой с дырочной (p -типа).

Основной характеристикой диода служит его вольтамперная характеристика, вид которой совпадает с видом характеристики $p-n$ перехода, отображающей его вентильные свойства (Рисунок 14.1).

Вольтамперная характеристика диода существенно зависит от температуры окружающей среды, с повышением которой прямой ток диода при одном и том же напряжении может увеличиться в несколько раз. Существенно температура влияет и на обратный ток, который возрастает с увеличением температуры.

Работа выпрямительных диодов в электрической схеме достаточно полно определяется его вольтамперной характеристикой (ВАХ). Анализ этих характеристик позволяет разграничить преимущественные области применения германиевого и кремниевого диодов. С помощью германиевого диода можно выпрямлять переменное напряжение, амплитуда которого составляет доли Вольта, тогда как кремниевый диод при подаче на него напряжения, амплитуда которого менее 0,4 В, одинаково плохо проводит ток в прямом и обратном направлениях. Кремниевые диоды применяются чаще германиевых, особенно когда недопустим обратный ток. Кроме того, они сохраняют работоспособность при температурах до 150°C, тогда как у германиевых она теряется уже при температуре около 70°C.

Рисунок 14.1 – Вольтамперная характеристика $p-n$ перехода

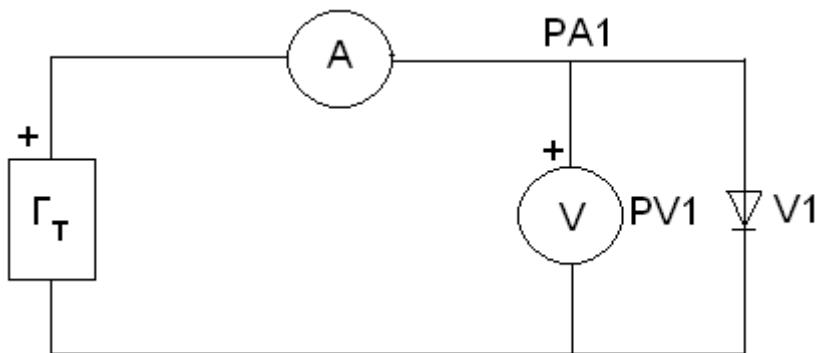
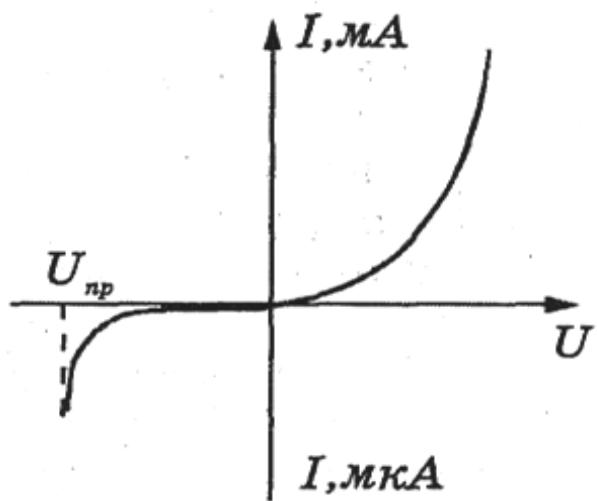


Рисунок 14.2 – Схема на сменной панели 17Л-03/11

Таблица 14.1 – Вольтамперная характеристика диода КД1003А

| | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| $U_{\text{пр}}, \text{В}$ | | | | | | | |
| $I_{\text{пр}}, \text{mA}$ | | | | | | | |

Таблица 14.2 – Вольтамперная характеристика диода Д9

| | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| $U_{\text{пр}}, \text{В}$ | | | | | | | |
| $I_{\text{пр}}, \text{mA}$ | | | | | | | |

Практическая работа 15

Наименование: Освоение оборудования для проведения испытания надежности.

Цель работы: Изучить назначение и принцип действия логометрического термометра автоматизированной системы при проведении испытания надежности.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста со схемами на рисунке 15.1.

2. Перенесите электрическую схему логометрического термометра с расшифровкой цифровых обозначений.

3. Письменно ответьте на контрольные вопросы:

3.1 С какой целью проводят испытания надежности логометрического термометра автоматизированной системы?

3.2 Какое оборудование применяется при проведении испытаний датчика логометрического термометра? На что реагирует этот чувствительный элемент?

3.3 В изменения какой электрической величины логометрический датчик преобразует изменения измеряемой физической величины?

3.4 На изменения какой величины реагирует стрелка логометрического указателя? Зависит ли эта величина от силы тока, протекающего через обмотки указателя, если да, то как?

3.5 Какое дополнительно используется оборудование для контроля за тепловым режимом электродвигателя помимо стрелочного термометра?

Задание

Проведите испытание логометрического термометра и обоснуйте их принадлежность к конкретному диоду, и определите его надежность.

Учебный материал

Для контроля эффективной работы систем и агрегатов подвижного состава необходимо знать их температурный режим. При эксплуатации непрогретого машин и электрооборудования автоматики резко снижаются его мощностные и экономические показатели, а его перегрев ведёт к снижению ресурса или возникновению неисправностей. Для контроля температурного режима работы узлов и агрегатов на подвижном составе применяются дистанционные термометры и сигнализаторы температуры, датчики которых устанавливают в контролируемой среде, а указатели – на мониторе машиниста в кабине управления.

В комбинации приборов на подвижном составе применяется термометр логометрического типа, представленный на рисунке 15.1.

Датчик логометрического термометра (7) представляет латунный баллон с расширенной верхней частью, где выполнен шестиугранник под ключ и коническая резьба для крепления датчика. К плоскому донышку баллона с помощью токоведущей пружины (9) прижат терморезистор (8), выполненный в виде таблетки. Токоведущая пружина верхним концом соединяется с зажимом датчика и изолирована от стенки баллона.

В качестве указателя используется магнитоэлектрический логометр – прибор, измеряющий отношение токов, протекающих по его обмоткам.

Логометрический указатель имеет три измерительных обмотки (1, 3, 4), соединённые таким образом, что магнитные потоки, создаваемые обмотками (1 и 3), действуют вдоль их общей оси и направлены навстречу друг другу. Суммарный магнитный поток обеих обмоток определяется разностью их магнитных потоков. Магнитный поток обмотки (4) действует под углом 90° к суммарному магнитному потоку обмоток (1 и 3). Обмотки (3 и 4) подключены к «массе» через термокомпенсационный резистор (5), а обмотка (1) соединена с датчиком. На оси стрелки (2) укреплён постоянный магнит, магнитный поток которого, взаимодействуя с результирующим магнитным потоком обмоток указателя, поворачивает постоянный магнит, а вместе с ним и стрелку указателя на определённый угол, соответствующий величине измеряемой температуры. При повышении температуры, сопротивление терморезистора значительно уменьшается, что приводит к увеличению силы тока, проходящего через измерительные индукционные катушки указателя, а это в свою очередь соответственно изменяет магнитные потоки обмоток указателя. В исходном положении стрелка удерживается постоянным магнитом (6), размещенным в корпусе указателя.

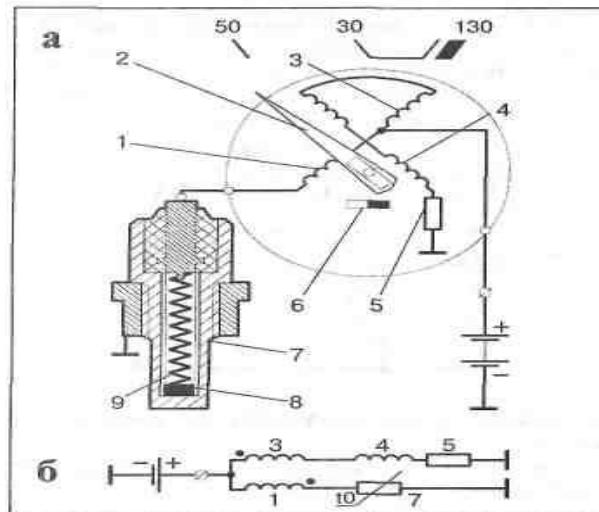


Рисунок 15.1 – Логометрический термометр
а – схема соединений; б – электрическая схема

Применение на подвижном составе дистанционного стрелочного термометра не гарантирует, что внезапное нарушение теплового режима автоматики будет сразу замечено. Поэтому в дополнение к стрелочному термометру устанавливают сигнализатор аварийной температуры. Причем, если система охлаждения тяговых трансформаторов, датчик сигнализатора температуры устанавливают в верхний бачок радиатора, а если на составе автомотрисы с воздушным охлаждением – устанавливают в смазочную систему. Все используемые датчики сигнализаторов аварийной температуры бимetalлические.

Практическая работа 16

Наименование: Освоение технологии проведения испытания надежности электрооборудования.

Цель работы: Изучить технологию проведения испытания надежности выпрямительного блока подвижного состава.

Оборудование: Выпрямительные блоки положительной и отрицательной полярности; тестер (в режиме омметра).

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Проверьте предложенный выпрямительный блок на обрыв и пробой.

Результат проверки обоснуйте.

3. Для оценки правильности действий при проверке состояния вентилей и справедливости сделанного заключения заполните таблицу 16.1 и письменно ответьте на контрольные вопросы.

3.1 Почему при прямом включении лампы она должна гореть, а при обратном нет?

3.2 Если диод пробит, как будет вести себя лампа при прямом включении? При обратном? Почему?

3.3 Почему при обрыве диода лампа не будет гореть при любом включении?

3.4 На чём основана диагностика вентилей омметром? Объясните.

Таблица 16.1 – Оценка действий при проверке состояния вентилей

| Заключение | Состояние лампы – горит/не горит | | Показания тестера – стрелка отклоняется/не отклоняется | |
|------------|----------------------------------|------------------|--|------------------|
| | при прямом вкл | при обратном вкл | при прямом вкл | при обратном вкл |
| Норма | | | | |
| Обрыв | | | | |
| Пробой | | | | |

Задание

Проведите испытания надежности выпрямительного блока на обрыв и пробой.

Учебный материал

При выполнении проведения испытания надежности электрического оборудования подвижного состава, состояние выпрямительного блока генератора влияет на систему электроснабжения, так как генератор является генератором переменного тока, а все используемые на подвижном составе потребители работают на постоянном токе. Чтобы его получить, в генератор встроен выпрямительный блок, содержащий шесть диодов (Рисунок 16.1).

Выпрямитель представляет собой две алюминиевые пластины – держатели и с запрессованными в них диодами. Положительные диоды запрессованы в держатель, а отрицательные диоды 28 – в держатель 6.

На держателе выпрямительного блока установлены ещё три дополнительных диода. Напряжение, снимаемое с этих диодов, питает обмотку возбуждения и схему контроля исправности генератора (с помощью контрольной лампы заряда аккумуляторной батареи).

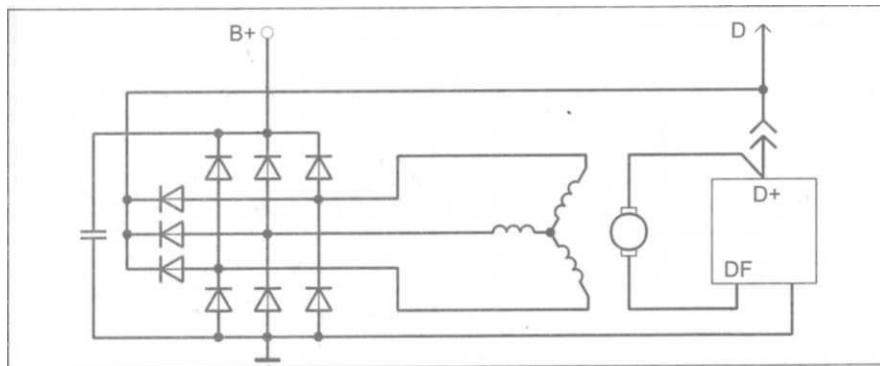


Рисунок 16.1 – Электрическая схема генератора источника питания

Основными неисправностями выпрямительного блока генератора являются пробой и обрыв.

Для проверки каждого из диодов выпрямительного блока необходимо разобрать генератор и проверить выпрямительный блок тестером (Рисунок 16.2) или подключением контрольной лампы мощностью 1 - 5 Вт напряжением 12 В, как показано на рисунке 16.3.

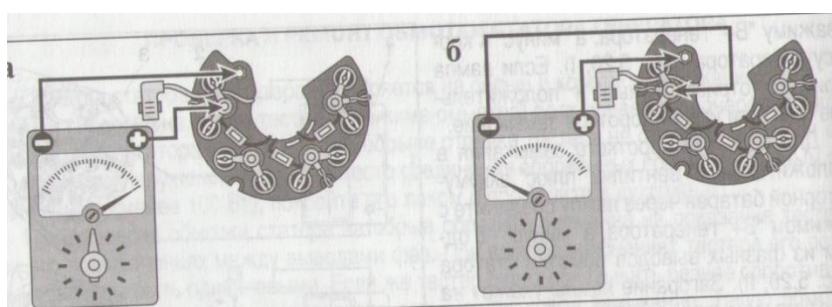


Рисунок 16.2 – Проверка выпрямительного блока тестером:

а) проверка на обрыв; б) проверка на пробой

При проверке тестером нужно соединить «минусовой» щуп тестера с «плюсовым» держателем (вывод B+) выпрямительного блока, а вторым щупом

поочерёдно касаться зажимов выпрямительного блока. Стрелка тестера должна каждый раз отклоняться. Если она не отклоняется, в цепи соответствующего диода есть обрыв.

Далее необходимо поменять щупы тестера местами и повторить проверку диодов. В этом случае стрелка тестера не должна отклоняться. Если она отклоняется, то проверяемый диод пробит.

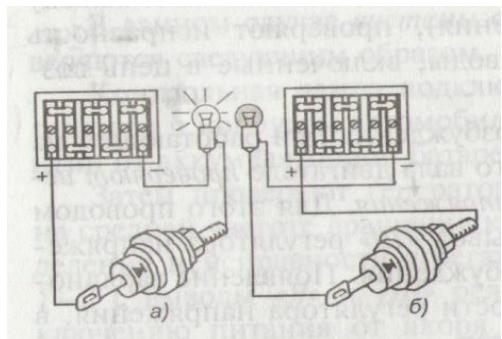


Рисунок 16.3 – Проверка контрольной лампой снятых диодов:

а) с положительной полярностью; б) с отрицательной полярностью

При проверке снятых диодов контрольной лампой диод считается исправным, если лампа горит при совпадении полярности источника и диода. Если диод пробит, лампа будет гореть при любой полярности источника и диода. При обрыве диода лампа не будет гореть при любой полярности.

Пробой диода обычно происходит из-за его перегрева. Пробой одного или нескольких диодов одной шины выпрямительного блока приводит к снижению мощности генератора. Пробой диодов одновременно в обеих шинах приводит к замыканию аккумуляторной батареи на «массу». В результате такого аварийного состояния в зарядной цепи устанавливается ток большой силы, который приводит к выгоранию, то есть обрыву в цепи диода.

Обрыв в цепи диода равносителен обрыву одной фазы выключателя, при которой амперметр показывает большую силу зарядного тока при полностью заряженной аккумуляторной батарее.

Практическая работа 17

Наименование: Проведение испытание надежности электрооборудования.

Цель работы: Изучить назначение и принцип действия технологического оборудования – электронного тахометра при проведении испытаний.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста со схемами на рисунке 17.1.

2. Перенесите функциональную схему электронного тахометра с расшифровкой буквенных обозначений.

3. Ответьте на контрольные вопросы:

3.1 Какой величине соответствует частота вращения вала двигателя, если указатель оборотов двигателя показывает 3?

3.2. В какой блок электронного тахометра входят транзисторы VT1, VT2? Какую функцию выполняет каждый из них?

3.3 К электронным генераторам какой формы колебаний можно отнести транзисторный одновибратор, представленный в схеме электронного тахометра?

3.4 Чем обеспечивается длительность импульсов тока, протекающего по измерительному прибору?

3.5 Каким способом соединения подключён стабилизатор напряжения к измерительному прибору?

Задание

Проведите испытания надежности электрической машины.

Учебный материал

К технологическому оборудованию, предназначенному для проведения ремонта и обслуживания электрооборудования подвижного состава, можно отнести контрольно-измерительные приборы, которые предназначены для оперативного информирования о состоянии важных узлов и агрегатов подвижного состава, текущем скоростном режиме, наличии топлива, количестве пройденного пути и т. д.

Контрольно-измерительные приборы находятся прямо на панели управления. Одним из таких приборов является указатель оборотов работы двигателя, который показывает, какое количество оборотов в минуту совершает ротор или якорь

двигателя при текущем режиме работы. На циферблате указателя имеются цифры 1, 2, 3 и т.д.

На подвижном составе установлены электронные тахометры, регистрирующие частоту импульсов датчика-распределителя (контроллера), пропорционально частоте вращения подвижной части машины.

Принцип действия электронного тахометра основан на преобразовании частоты импульсов, возникающих в первичной цепи системы зажигания при работе датчика – распределителя, в электрический ток, измеряемый магнитоэлектрическим прибором.

Электронный тахометр состоит из:

- блока формирования стартовых импульсов – БСИ;
- транзисторного одновибратора – ТО;
- магнитоэлектрического измерительного прибора – Р;
- стабилизатора напряжения – СН.

Блок формирования стартовых импульсов выделяет из входного сигнала $U_{\text{вх}}$ в форме затухающей синусоиды импульс определённой величины и формы, который затем подаётся как стартовый на базу транзистора VT1 транзисторного одновибратора. В исходном состоянии транзистор VT2 открыт током, протекающим по цепи резистора R10; конденсатор C5 заряжен. Напряжение на резисторе R5 создаётся в запирающем направлении, поэтому транзистор VT1 закрыт. Положительный запускающий импульс, подаваемый на базу транзистора VT1, открывает его, конденсатор C5 разряжается по цепи VT1 - R10. При этом транзистор VT2 переходит в закрытое состояние и остаётся закрытым, пока конденсатор C5 не разрядится, т.к. к его базе приложен отрицательный потенциал.

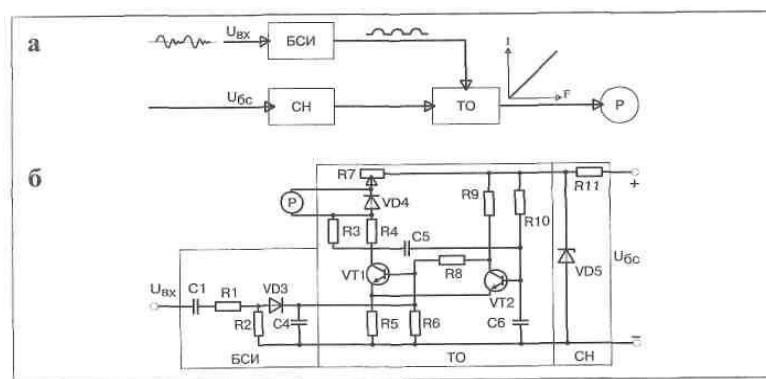


Рисунок 17.1 – Электронный тахометр

а – функциональная схема; б – электрическая схема.

Транзистор VT1 открыт под действием тока, протекающего по цепи R8-R9. При открытом состоянии этого транзистора через магнитоэлектрический измерительный прибор проходит импульс, длительность которого определяется параметрами разрядной цепи C5-R10 (временем разряда конденсатора C5). После разряда конденсатора C5 схема скачкообразно переходит в исходное устойчивое состояние до прихода нового стартового импульса (транзистор VT2 открывается, т.к. исчезает отрицательное смещение на его базе, а транзистор VT1 закрывается).

Следовательно, среднее эффективное значение тока, проходящего через магнитоэлектрический прибор и определяющего положение стрелки прибора, будет зависеть от частоты импульсов датчика – распределителя.

Переменным резистором R7 при настройке регулируют амплитуду импульсов. Терморезистор R3 компенсирует температурную погрешность прибора. Диод VD4 служит для защиты транзистора VT1. Стабилитрон VD5 обеспечивает стабилизацию напряжения питания прибора.