

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 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт изделий
транспортного электрооборудования и автоматики**

**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	5
Соблюдение правил техники безопасности при выполнении практических работ	7
Практическая работа 1. Освоение работы токоприемников	18
Практическая работа 2. Освоение работы разъединителей силовых цепей	19
Практическая работа 3. Освоение работы высоковольтных аппаратов коммутации	22
Практическая работа 4. Освоение работы разрядников и антенн радиосвязи	26
Практическая работа 5. Освоение работы тягового оборудования	28
Практическая работа 6. Освоение работы тяговых электродвигателей	30
Практическая работа 7. Освоение работы преобразователей	33
Практическая работа 8. Освоение работы аккумуляторных батарей	35
Практическая работа 9. Освоение работы вспомогательного электрооборудования	37
Практическая работа 10. Освоение работы электронных блоков электрооборудования	41
Практическая работа 11. Освоение работы двигателя вспомогательного компрессора	43
Практическая работа 12. Освоение работы системы отопления и вентиляции	45
Практическая работа 13. Освоение работы вспомогательного электрооборудования	48
Практическая работа 14. Освоение работы системы безопасности	50
Практическая работа 15. Выполнение заданий по ТО и ремонту токоприемников	53
Практическая работа 16. Выполнение заданий по ТО и ремонту разъединителей силовых цепей	56
Практическая работа 17. Выполнение заданий по ТО и ремонту высоковольтных аппаратов коммутации	58
Практическая работа 18. Выполнение заданий по ТО и ремонту разрядников и антенн радиосвязи	61
Практическая работа 19. Выполнение заданий по ТО и ремонту тягового электрооборудования	63

Практическая работа 20. Выполнение заданий по ТО и ремонту тяговых электродвигателей	65
Практическая работа 21. Выполнение заданий по ТО и ремонту преобразователей	66
Практическая работа 22. Выполнение заданий по ТО и ремонту аккумуляторных батарей	68
Практическая работа 23. Выполнение заданий по ТО и ремонту вспомогательного электрооборудования	71
Практическая работа 24. Выполнение заданий по ТО и ремонту электронных блоков подвижного состава	74
Практическая работа 25. Выполнение заданий по ТО и ремонту систем отопления и вентиляции подвижного состава	78
Практическая работа 26. Выполнение заданий по ТО и ремонту вспомогательного компрессора	82
Практическая работа 27. Выполнение заданий по ТО и ремонту коммутационных аппаратов	85
Практическая работа 28. Выполнение заданий по ТО и ремонту систем Безопасности	87

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Изучение МДК 01.01 «Конструкция, техническое обслуживание и ремонт изделий транспортного электрооборудования и автоматики» 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;
- ресурсно- 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.

При изучении учебного курса дисциплины предусмотрено выполнение 28 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 01.01 «Конструкция, техническое обслуживание и ремонт изделий транспортного электрооборудования и автоматики» 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 получения дифференцированного зачета по МДК 01.01 «Конструкция, техническое обслуживание и ремонт изделий транспортного электрооборудования и автоматики».

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 стендах 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 разно полярным 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 750 В на токоприемники;
- производить заземление электрических устройств проводом с диаметром менее 5 мм;
- обслуживать автоматизированную систему пожаротушения при их включении в сеть и врачающихся 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 спирто-карифольной 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 предприятии, ходить по депо нужно по определенным маршрутам (пешеходным дорожкам).

Практическая работа 1

Наименование: Освоение работы токоприемников.

Цель работы: Исследовать технические характеристики токоприемников переменного и постоянного тока.

Оборудование: миллиамперметр постоянного тока 50 мА; вольтметр постоянного тока 50V; резистор ПЭВ - 705 – 200 Ом; блок питания постоянного тока 0 – 30V; провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Изобразите электрическую схему последовательного соединения токоприемника и тяговый привод с указанием места включения электроизмерительных приборов: миллиамперметр для измерения силы тока в цепи, а вольтметры для измерения падения напряжения.

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

4. Подключите питание к проверенной электрической цепи. Входное напряжение выбирайте по мере возрастания, действуя в заданном интервале питающего напряжения используемого источника. При этом снимите показания электроизмерительных приборов.

5. Используя экспериментальные данные, постройте на одной координатной плоскости вольтамперные характеристики лампы накаливания и резистора.

6. Проанализируйте построенные вольтамперные характеристики. Сделайте обоснованный вывод о линейности.

7. Письменно ответьте на контрольные вопросы.

7.1 Чем задаются параметры измерения проверки технических характеристик токоприемников?

7.2 Какое значение имеют отклонения от характеристик? Почему?

Задание

Исследуйте физические характеристики токоприемников.

Учебный материал

Нелинейными называются цепи, в которые включены нелинейные элементы.

Элемент электрической цепи, сопротивление которого зависит от величины и направления тока в нём или от напряжения на его зажимах, называется нелинейным.

Кроме того, к техническим характеристикам относят силу нажатия полоза токоприемника на контактную сеть (рельс).

Вольтамперные характеристики линейного и нелинейного элементов имеют разный вид и изображаются в виде кривых, построенных на основании экспериментальных данных. На рисунке 1.1 представлены характеристики трёх элементов. Характеристики электрических параметров изображены под номерами 2 и 3, сила нажатия под номером 1.

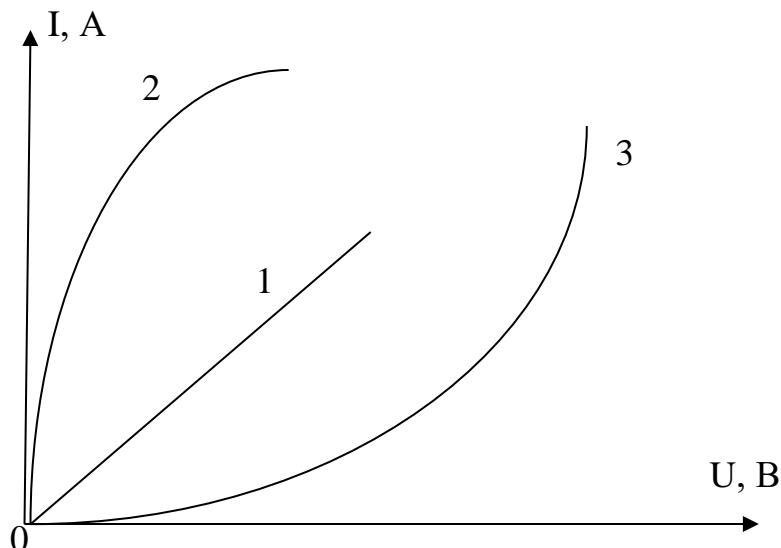


Рисунок 1.1 – Технические характеристики токоприемника

Практическая работа 2

Наименование: Освоение работы разъединителей силовых цепей.

Цель работы: Научиться определять техническое состояние разъединителя силовой цепи, используя расчёты магнитной цепи.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Выполните задание по варианту, заданному преподавателем. Ответ представьте в следующем порядке:
 - содержание «Дано»;
 - содержание «Найти»;
 - рисунок 2.1;

- с рисунка 2.2 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 2.1, содержит катушку возбуждения магнитного потока с числом витков ω и током I . Используя кривую намагничивания стали $B(H)$ (Рисунок 2.2), по данным, приведённым в таблице 2.1 для заданного варианта, определите величину, отмеченную в таблице звёздочкой.

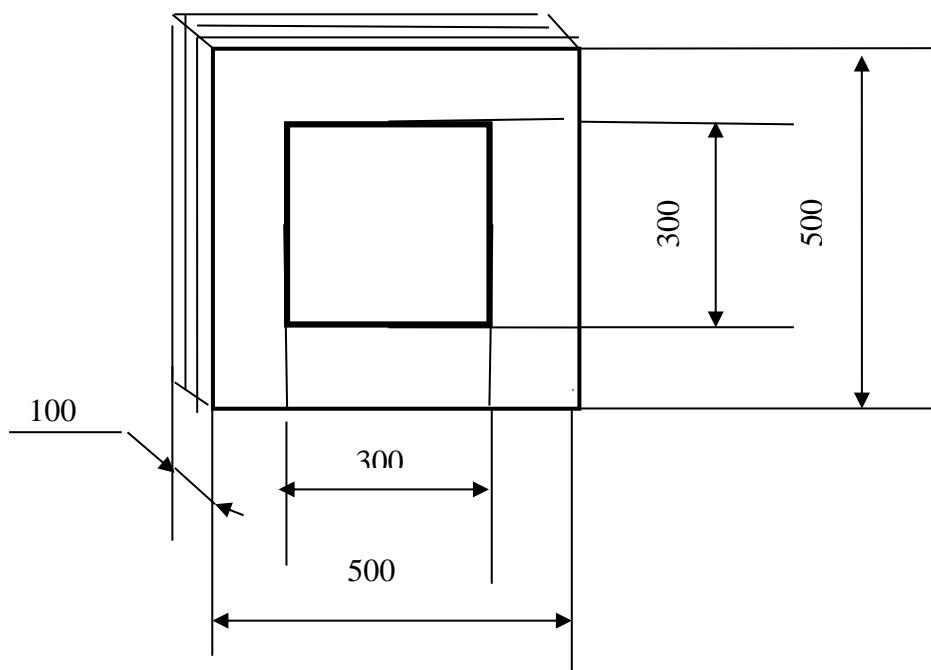


Рисунок 2.1 – Магнитная цепь

Таблица 2.1

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

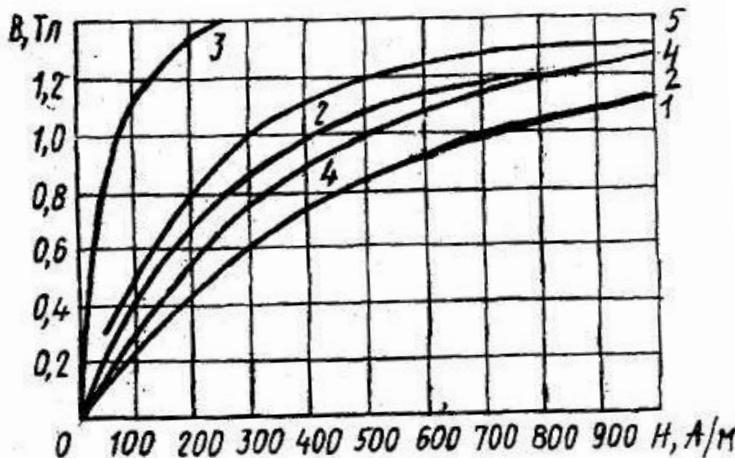


Рисунок 2.2 – Кривые намагничивания элементов разъединителя силовой цепи

Учебный материал

Часть электротехнического устройства, отдельные участки которого выполнены из ферримагнитных 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 по формуле:

$$\Sigma I = I \cdot \omega, \quad (1)$$

где I – сила тока в обмотке,

ω – число витков обмотки.

При этом решается одна из двух задач:

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

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

Алгоритм решения *прямой задачи*.

1. По заданному магнитному потоку и габаритам цепи определяют магнитную индукцию:

$$B = \Phi/S, \quad (2)$$

где S – сечение магнитопровода.

2. По вычисленной индукции B , используя кривую намагничивания материала сердечника, определяют напряжённость H .
3. По закону полного тока определяют намагничивающую силу:

$$I\omega = Hl, \quad (3)$$

где l – длина средней линии магнитопровода.

Алгоритм решения *обратной задачи*.

1. По закону полного тока (3) определяют напряжённость поля магнитной цепи:

$$H = I\omega/l \quad (4)$$

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

3. По формуле (2) определяют магнитный поток:

$$\Phi = B \cdot S \quad (5)$$

Практическая работа 3

Наименование: Освоение работы высоковольтных аппаратов коммутации.

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

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. Перенесите таблицу 3.1 (или 3.2).
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 220В.
6. Подключите соответствующее питание к проверенной электрической цепи и снимите показания электроизмерительных приборов. Результаты измерения занесите в таблицу 3.1 (или 3.2).
7. Используя формулу 1 и опираясь на рисунок 3.3 (или 3.4) 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. Установите зависимость коэффициента мощности от величины и характера нагрузки аппаратов коммутации.

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

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L \quad (1)$$

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 (6), получаем векторную диаграмму, представленную на рисунке 3.

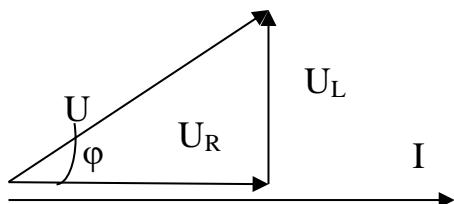


Рисунок 3.1 – Векторная диаграмма при RL нагрузке

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:

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_C \quad (2)$$

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), получаем векторную диаграмму, представленную на рисунке 3.2.

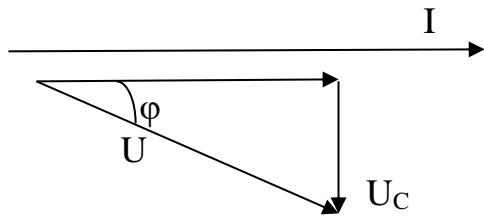


Рисунок 3.2 – Векторная диаграмма при RC нагрузке

В векторных диаграммах, представленных на рисунках 3.3 и 3.4, показан угол φ , являющийся сдвигом фаз между током и напряжением на входе.

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

$$\cos\varphi = P/S, \quad (2)$$

где P – активная мощность, Вт,

S – полная мощность, В·А.

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

Таблица 3.1 – Действующие величины при RL нагрузке

	$U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$U_R, \text{ В}$	$U_L, \text{ В}$	φ	$\cos\varphi$
Измерено						-
Рассчитано		-	-	-	-	

Таблица 3.2 – Действующие величины при RC нагрузке

	$U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$U_R, \text{ В}$	$U_C, \text{ В}$	φ	$\cos\varphi$
Измерено						-
Рассчитано		-	-	-	-	

Практическая работа 4

Наименование: Освоение работы разрядников и антенн радиосвязи.

Цель работы: Исследовать действие нулевого провода и проверить соотношения между фазными и линейными напряжениями в четырёхпроводной цепи.

Оборудование: вольтметр переменного тока 250 V; плата 3; блок питания переменного тока 3 ~ 220 V (БП 4822 – 2); лампы накаливания РН 230 – 15 (4 шт.); провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Перенесите электрическую схему, представленную на рисунке 4.1 и таблицу 4.1.
3. Соберите электрическую цепь по представленной схеме. Дайте её проверить преподавателю.
4. Подключите проверенную электрическую цепь к клеммам трёхфазного питания и снимите показания вольтметра при обеих позициях тумблера В₃. Результаты измерения занесите в графу «Несимметричная нагрузка» таблицы 4.1.
5. Извлеките в фазе В из гнезда одну лампу и повторите измерения. Результаты занесите в графу «Симметрическая нагрузка» таблицы 4.1.
6. Сравните значения фазных напряжений при замкнутом и разомкнутом тумблере при несимметричной нагрузке. Обоснуйте полученный результат.
7. Сравните значения фазных напряжений при замкнутом и разомкнутом тумблере при симметричной нагрузке. Обоснуйте полученный результат.
8. Ответьте на контрольные вопросы.
 - 8.1 Для чего служит нулевой провод и когда можно обойтись без него?
 - 8.2 Как отражается отсутствие нулевого провода на яркости ламп в случае несимметричной нагрузки? Почему?
 - 8.3 Почему в электрической цепи антенн радиосвязи отсутствует нулевой провод?

Задание

Исследуйте действие нулевого провода в трёхфазной цепи при соединении фаз звездой.

Учебный материал

При соединении проводов концы его обмоток соединяются в одну точку, которая называется *нулевой* или *нейтральной*. При этом источник питания с потребителем соединяется тремя или четырьмя проводами.

Первые три соединительных провода называются *линейными* и подключаются к началам трёх фаз: А, В, С соответственно. Четвёртый провод называют *нулевым* или *нейтральным*, он подключается к концам трёх фаз.

В трёхфазной цепи действуют линейные и фазные токи, линейные и фазные напряжения. Токи, проходящие по линейным проводам, называются линейными, а токи, проходящие по фазам, называют фазными.

Напряжение, измеренное между началом и концом одной фазы, называется *фазным*.

Напряжение, измеренное между началами двух фаз, называется *линейным*.

Нулевой провод в четырёхпроводной цепи предназначен для обеспечения симметрии фазных напряжений при несимметричной нагрузке.

Несимметрия фазных напряжений не допустима, так как нарушает нормальную работу потребителей, рассчитанных на определённое рабочее напряжение.

Нагрузка считается *симметричной*, если все три нагрузочных сопротивления равны по величине и имеют одинаковый характер.

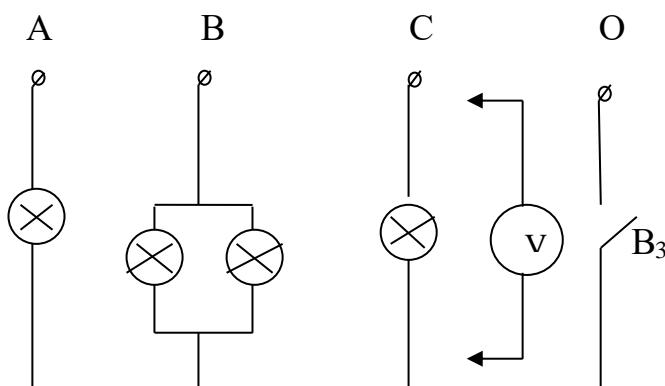


Рисунок 4.1 – Схема четырёхпроводной цепи

Таблица 4.1 – Показания вольтметра

Положение тумблера B_3	Несимметричная нагрузка			Симметричная нагрузка		
	U_A, B	U_B, B	U_C, B	U_A, B	U_B, B	U_C, B
Замкнут						
Разомкнут						

Практическая работа 5

Наименование: Освоение работы тягового оборудования.

Цель работы: Усвоить суть закона баланса мощностей.

Оборудование: миллиамперметры постоянного тока 300mA; амперметр постоянного тока 1A; вольтметры постоянного тока 50V и 15V; лампы накаливания; блок питания постоянного тока 0-30V; провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Изобразите электрическую схему последовательного или параллельного соединения (по указанию преподавателя) двух ламп накаливания с указанием места включения электроизмерительных приборов.
3. Перенесите в тетрадь таблицу 5.1 или 5.2 (исходя из способа соединения ламп).
4. Соберите электрическую цепь по схеме, что ранее изобразили. Дайте её проверить преподавателю.
5. Подключите питание к проверенной электрической цепи. Входное напряжение выбирайте в заданном интервале питающего напряжения используемого источника. При этом снимите показания электроизмерительных приборов. Результаты измерения занесите в таблицу 5.1 (5.2).
6. Опыт повторите, изменив входное напряжение.
7. Используя экспериментальные данные, проверьте равенство, соответствующее балансу мощностей тягового электрооборудования. Сделайте вывод.
8. Письменно ответьте на контрольные вопросы.

8.1 Как определить мощность участка цепи постоянного тока, не имея ваттметра?

8.2 В чём суть баланса мощностей тягового электрооборудования?

8.3 Как изменяются показания ваттметра при измерении мощности, потребляемой двумя лампами, соединёнными параллельно, если к ним подключить ещё одну? Почему?

8.4 Как изменяются показания ваттметра, если из последовательного соединения двух ламп убрать одну? Что произойдёт с яркостью, оставшейся? Почему?

8.5 Влияет ли способ соединения потребителей на количество потребляемой ими мощности? Почему?

Задание

Проверьте справедливость закона баланса мощностей.

Учебный материал

При последовательном соединении резисторы соединяются в одну неразветвленную цепочку. Ток в каждом резисторе одинаков и равен общему току всей цепи. Напряжение, приложенное к цепи равно сумме падений напряжений на каждом резисторе.

При параллельном соединении все резисторы подключены к двум узловым точкам цепи. Напряжение на всех резисторах одинаково, так как их концы подключены к одному и тому же источнику электрической энергии. Общий ток в неразветвленной части цепи равен сумме токов в каждом разветвлении (в каждом резисторе).

Для электрических цепей постоянного тока соблюдается закон баланса мощностей: *мощность всей цепи равна сумме мощностей на отдельных участках цепи.*

Для измерения мощности в цепях постоянного тока достаточно амперметра и вольтметра. Используя формулу 1 по показаниям приборов можно вычислить мощность участка цепи.

$$P = I \cdot U, \quad (1)$$

где I – сила тока на участке;

U – падение напряжения на данном участке;

P – мощность участка электрической цепи.

Таблица 5.1 – Показания электроизмерительных приборов при последовательном соединении ламп

Опыт	I, A	U, B	U_1, B	U_2, B	P, Bt	P_1, Bt	P_2, Bt
1							
2							

Таблица 5.2 – Показания электроизмерительных приборов при параллельном соединении ламп

Опыт	I, A	U, B	I_1, mA	I_2, mA	P, Bt	P_1, Bt	P_2, Bt
1							
2							

Практическая работа 6

Наименование: Освоение работы тяговых электродвигателей.

Цель работы: Исследовать действие электрического поля на подвижную и неподвижную части тягового электродвигателя.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Выполните задание по варианту, заданному преподавателем.

Задание

1) Ответьте на вопросы

Вариант 1.

1. Какую функцию выполняет неподвижная часть машины?
2. Какую функцию выполняет подвижная часть машины?
3. Что происходит с подвижной частью машины, если подключить его к источнику напряжения? Почему?

Вариант 2.

- Почему наблюдается искрение между щетками и коллектором? Чем такое искрение опасно?
- Как изменится магнитное поле, если применить реверсирование?
- Разрядится ли конденсатор, если отключить его от источника напряжения, к которому он подключен, и замкнуть проводником его обкладки? Почему?

Вариант 3.

- Почему возникает круговой огонь на коллекторе?
- Как изменится вращающий момент, если входное напряжение увеличить вдвое?
- Разрядится ли конденсатор, если заземлить любую его обкладку, отключив конденсатор от источника напряжения, к которому он подключен? Почему?

2) Используя таблицу 6.1, определите напряжение, при котором будет пробит образец материала заданной толщины h .

Таблица 6.1 – Варианты образцов

Вариант	h , мм	Материал	$E_{пр}$, кВ /см
1	2	стекло	300
2	1	фарфор	150
3	15	электрокартон	120

Учебный материал

Материя (твёрдое тело, жидкость, газ) считается электрически нейтральной, если количество положительных и отрицательных зарядов в ней одинаковое. Если же в ней преобладают положительные или отрицательные заряды, то она считается соответственно положительно или отрицательно заряженной.

В пространстве вокруг заряженного тела создаётся электрическое поле. Поле, порождённое неподвижными зарядами, называется **электростатическим**.

Если проводник поместить в электрическое поле, то под действием сил этого поля происходит разделение зарядов в проводнике. Разделение зарядов в проводнике прекратится тогда, когда напряжённость поля разделённых зарядов станет равной напряжённости внешнего поля в проводнике. Таким образом, результирующее поле внутри проводника станет равным нулю.

Если диэлектрик поместить в электрическое поле, то в нём произойдёт поляризация атомов. Поляризованные атомы создают своё электрическое поле, напряжённость которого направлена против внешнего поля. Интенсивность поляризации диэлектрика зависит от его диэлектрической проницаемости ϵ . Чем больше диэлектрическая проницаемость, тем интенсивнее поляризация в диэлектрике и тем слабее электрическое поле в нём.

Если диэлектрик поместить в сильное электрическое поле, то при определённой напряжённости произойдёт пробой диэлектрика. Таким образом, диэлектрик становится проводником. Напряжённость, при которой происходит пробой диэлектрика, называется *пробивной напряжённостью* $E_{\text{пр}}$. А напряжение, при котором происходит пробой диэлектрика, называют *пробивным напряжением* $U_{\text{пр}}$ или *электрической прочностью диэлектрика*:

$$E_{\text{пр}} = U_{\text{пр}} / d, \quad (1)$$

где d – толщина диэлектрика.

Конденсатор представляет собой систему из двух проводников (пластин), разделенных диэлектриком. Различают искусственные и естественные конденсаторы. В зависимости от диэлектрика искусственные конденсаторы бывают бумажными, электролитическими, слюдяными, воздушными и др. Конденсаторы бывают постоянной и переменной емкости. Естественные конденсаторы – электропроводка, две жилы кабеля, жила кабеля и броня.

Конденсаторы обладают свойством накапливать и удерживать на своих обкладках (пластинах) равные по величине, но разные по знаку электрические заряды.

Емкость плоского конденсатора зависит от площади его пластин S , проницаемости диэлектрика ϵ и расстояния между его пластинами d :

$$C = \epsilon \epsilon_0 S / d, \quad (11)$$

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

Если к конденсатору приложить электрическое напряжение, то в электрическом поле конденсатора накапливается энергия.

Практическая работа 7

Наименование: Освоение работы преобразователей.

Цель работы: Изучить этапы контроля за состоянием блокировочного конденсатора преобразователя.

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 Какова функция блокировочного конденсатора в преобразователе?
 - 3.2 Где установлен блокировочный конденсатор?
 - 3.3 Какими электроизмерительными приборами можно проверить исправность конденсатора?
4. По предложенному преподавателем варианту (таблица 7.1) в представленной модельной ситуации оцените в каждом случае отдельно деятельность диагностики.

Модельная ситуация.

На ПТО во время технического обслуживания имеется замечание на плохую работу преобразователя во время движения.

Таблица 7.1 – 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 тестировать вовсе не обязательно
2	При проверке конденсатора омметром специалист увидел, что стрелка прибора остановилась на отметке 5 мОм, и сделал заключение, что эти показания укладываются в норму 1 - 10 мОм, а значит всё нормально	При проверке конденсатора стрелка тестера отклонилась в сторону 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

Проверьте блокировочный конденсатор преобразователя на обрыв.

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 7.1, где показана электрическая схема преобразователя. Как это выглядит реально можно увидеть на рисунке 7.2, на котором показаны элементы преобразователя. Конденсатор изображён под номером 3.

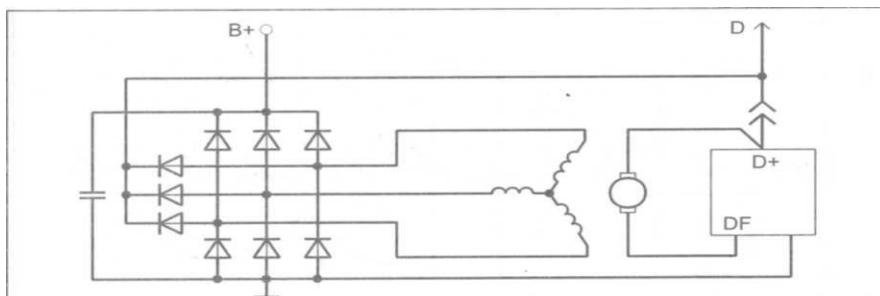


Рисунок 7.1 – Электрическая схема преобразователя

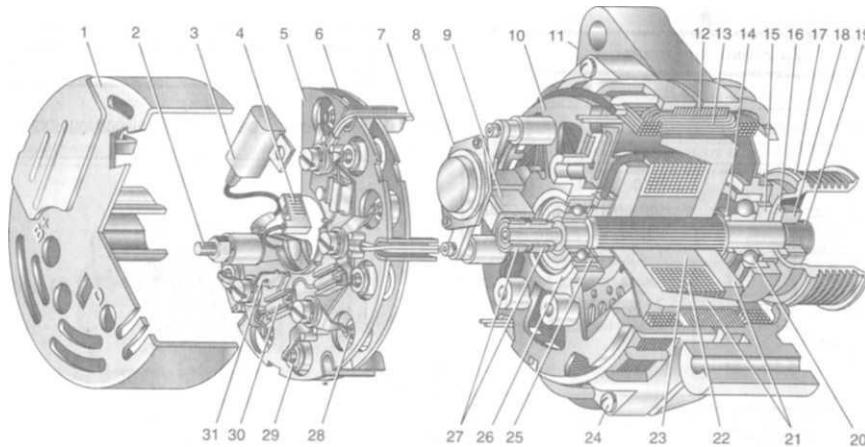


Рисунок 7.2 – Общий вид преобразователя

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

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.

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

Практическая работа 8

Наименование: Освоение работы аккумуляторных батарей.

Цель работы: Исследовать зависимость между индуктивностью и ёмкостью аккумуляторных элементов в электрических цепях.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Выполните задание, состоящее из пяти частей.

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. Относительная магнитная проницаемость стали равна 2000.

2) Оцените индуктивность первичной обмотки катушки, если число её витков находится в пределах 180-330. Объясните, почему первичная обмотка имеет больше число витков, чем вторичная.

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 функцию индуктивной катушки как трансформатора.

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 подачи энергии служат аккумуляторные батареи или генераторы (в зависимости от режима работы двигателя), которая преобразуется в энергию разряда. Этот процесс можно разделить на три этапа:

- накопление энергии в элементе аккумуляторной батареи;
- индуктирование импульса напряжения в цепи аккумуляторной батареи;
- пробой искрового промежутка между электродами и выделение энергии в искровом разряде.

Электрический разряд имеет две составляющие: емкостную и индуктивную. Это значит, что индуктивности аккумуляторной батареи 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:

$$L = 4\pi\mu\omega^2 S \cdot 10^{-7} / l, \quad (1)$$

где μ – относительная магнитная проницаемость, Гн/м;

ω – количество витков,

S – поперечное сечение сердечника, м^2 ;

l – длина средней силовой линии, м.

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

$$C = \epsilon\epsilon_0 S / d, \quad (2)$$

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

ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика;

S – площадь одной обкладки, м^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:

$$E_{np} = U_{np} / d, \quad (3)$$

где d – толщина диэлектрика, м;

U_{np} – пробивное напряжение, В.

Практическая работа 9

Наименование: Освоение работы вспомогательного электрооборудования.

Цель работы: Усвоить устройство и работу электрических машин на основе законов Кирхгофа.

Оборудование: миллиамперметры постоянного тока 50 мА и 300 мА; вольтметры постоянного тока 50V и 15V; резисторы R2-R5 ПЭВ - 705 – 200 Ом; амперметр постоянного тока 1А; блок питания постоянного тока 0 – 30V; провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Перенесите схемы с рисунков 9.1 и 9.2, таблицы 9.1 и 9.2 соответственно.
3. Соберите электрическую цепь по схеме рисунка 9.1 (9.2). Дайте её проверить преподавателю.
4. Подключите соответствующее питание к проверенной электрической цепи и снимите показания электроизмерительных приборов. Результаты измерения занесите в таблицу 9.1 (9.2). Повторите опыт, действуя в заданном интервале входного напряжения.
5. Используя формулу первого (второго) закона Кирхгофа заполните последний столбец таблицы 9.1 (9.2).
6. Сравните показание амперметра в неразветвлённой части электрической цепи со значением последнего столбца таблицы 9.1 при проверке первого закона Кирхгофа и показание вольтметра на входе электрической цепи со значением последнего столбца таблицы 9.2 при проверке второго закона Кирхгофа. По результатам сравнения сделайте соответствующий вывод в письменном виде.

Задание

Проверьте опытным путём соблюдения законов Кирхгофа.

Учебный материал

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

Первый закон Кирхгофа касается узлов разветвлённой электрической цепи. Формулировка первого закона Кирхгофа: *алгебраическая сумма токов в узле электрической цепи равна нулю*, т.е.:

$$\Sigma I = 0 \quad (1)$$

При составлении узлового уравнения необходимо пользоваться следующим правилом знаков: токи, приходящие к узлу, записывают со знаком «+», а токи, уходящие от узла, со знаком «-».

Справедливость первого закона Кирхгофа понятна из утверждения, что электрический заряд, который при неизменном токе каждую секунду притекает к узлу электрической цепи, должен быть равен заряду, ежесекундно вытекающему из данного узла. Частный случай проявления первого закона Кирхгофа – разветвление тока по параллельным ветвям.

Второй закон Кирхгофа относится к контуру электрической цепи. Формулировка второго закона Кирхгофа: *алгебраическая сумма ЭДС в замкнутом контуре электрической цепи равна алгебраической сумме падений напряжений на сопротивлениях этого контура*, т.е.:

$$\Sigma E = \Sigma U = \Sigma IR \quad (2)$$

При составлении контурного уравнения применимы следующие правила знаков: ЭДС записывают со знаком «+», если её направление совпадает с произвольно выбранным направлением обхода контура, и со знаком «-», если не совпадает с обходом; напряжение на участке цепи записывают со знаком «+», если направление тока на этом участке совпадает с направлением обхода контура.

Направление ЭДС источника соответствует направлению от вывода «-» к выводу «+» внутри источника.

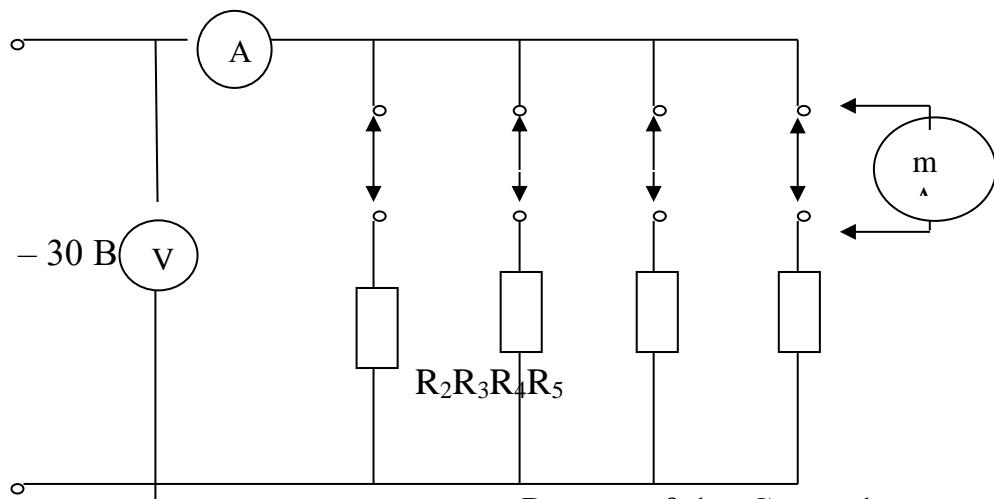


Рисунок 9.1 – Схема 1

Таблица 9.1 – Результат проверки первого закона Кирхгофа

Опыт	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$I_2, \text{ мА}$	$I_3, \text{ мА}$	$I_4, \text{ мА}$	$I_5, \text{ мА}$	$I = \sum I_n$
1							
2							

Таблица 9.2 – Результат проверки второго закона Кирхгофа

Опыт	$U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$U, \text{ В}$	$U_2, \text{ В}$	$U_3, \text{ В}$	$U_4, \text{ В}$	$U_5, \text{ В}$	$U = \sum U_n$
1								
2								

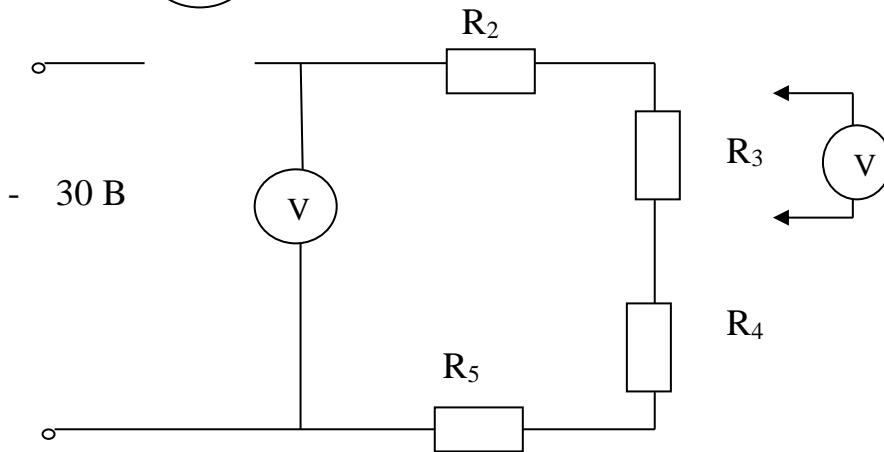


Рисунок 9.2 – Схема 2

Практическая работа 10

Наименование: Освоение работы электронных блоков электрооборудования.

Цель работы: Изучить назначение и принцип действия датчика импульсов напряжения.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста со схемой (Рисунок 10.1).

2. Перенесите схему датчика импульсов напряжения с расшифровкой цифровых обозначений.

3. Письменно ответьте на контрольные вопросы:

3.1 Что используется в качестве чувствительного элемента в датчике импульсов напряжения? На что реагирует этот чувствительный элемент?

3.2 Каково назначение усилителя в представленной схеме работы датчика на рисунке 10.1?

3.3 Какую функцию выполняет выходной транзистор, представленный в схеме работы датчика на рисунке 10.1? Чем управляется его работа?

3.4 К каким внешним воздействиям имеет повышенную чувствительность описанная микросхема? Какую защиту от этих воздействий она имеет?

3.5 Какую форму импульсов формирует описанная микросхема на выходе? К электронным генераторам какой формы колебаний можно отнести датчик импульсов напряжения?

Задание

Проверьте опытным путём соблюдения эффекта Холла в работе электронного блока.

Учебный материал

Благодаря развитию микроэлектроники широкое распространение получили датчики, работающие на эффекте Холла. Работа датчика импульсов (электронного микропереключателя) основана на эффекте Холла.

В свою очередь работа датчика импульсов напряжения является основой принципа действия датчика скорости, датчика бесконтактной системы зажигания.

Эффект Холла возникает в полупроводниковой пластине с четырьмя выводами (для изготовления элементов Холла используется германий (Ge), кремний (Si), арсенид галлия (GaAs), арсенид индия (InAs), антимонид индия (InSb)), внесённой в магнитное поле, при пропускании через неё электрического тока. Между противоположными гранями пластины, перпендикулярными току и магнитному потоку, возникает ЭДС Холла.

На рисунке 10.1 представлена схема датчика импульсов напряжения (датчик Холла).

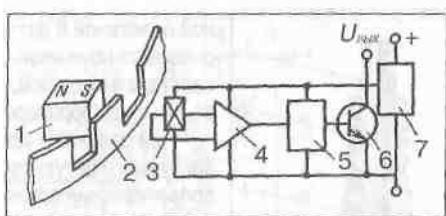


Рисунок 10.1 – Схема датчика импульсов напряжения (датчика Холла)

Магнитное поле создаётся постоянным магнитом 1 датчика, а прерывание магнитного поля осуществляется ротором (шторкой) 2 с прорезями, укреплёнными на валике распределителя. При прохождении ротора около постоянного магнита силовые линии его магнитного поля пронизывают поверхность элемента Холла 3 (пластины полупроводника), и на его выходе возникает ЭДС. Величина ЭДС очень мала и поэтому должна быть усиlena вблизи кристалла для того, чтобы устраниТЬ влияние радио - и электропомех. Сигнал датчика усиливается усилителем 4 и через релейный усилитель 5 подаётся на базу выходного транзистора 6 датчика и открывает его. При прохождении зубца ротора около постоянного магнита его магнитное поле экранируется, ЭДС Холла исчезает и выходной транзистор закрывается. В результате с коллектора выходного транзистора 6 снимается сигнал прямоугольной формы. Для исключения влияния напряжения сети и температуры на выходной сигнал датчика колебаний в схеме датчика имеется блок стабилизации 7. Все элементы схемы выполнены на одной микросхеме, конструктивно связанной с магнитом и магнитной системой.

Практическая работа 11

Наименование: Освоение работы двигателя вспомогательного компрессора.

Цель работы: Проанализировать работу схемы пуска двигателя вспомогательного компрессора.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Самостоятельно рассмотрите работу схемы двигателя вспомогательного компрессора, изображенную на рисунке 11.1.

3. Письменно ответьте на контрольные вопросы:

3.1 Что позволяет обеспечить управление двигателя вспомогательного компрессора?

3.2 Перечислите электрооборудование, указанное в схеме на рисунке 11.2.

3.3 Чем обеспечивается дистанционный пуск и остановка двигателя?

3.4 От каких аварийных режимов предусмотрена защита в схеме на рисунке 11.2?

Какими электрическими аппаратами она осуществляется?

3.5 Что может произойти, если убрать из схемы на рисунке 11.2 действие контактов магнитных пускателей на участках, указанных стрелками 1 и 2 (обратите внимание, указанные контакты срабатывают на замыкание или на размыкание)?

Задание

Разберитесь в процессе пуска двигателя компрессора.

Учебный материал

Механизация технологических процессов технического обслуживания и ремонта подвижного состава имеет важное технико-экономичное и социальное значение, которое выражается не только в уменьшении численности ремонтных рабочих за счёт снижения трудоёмкости работ по ТО и ремонту подвижного состава, но и за счёт повышения качества выполнения ТО и ремонта, а также улучшения условий труда ремонтного персонала.

Технологическое оборудование ПТО имеет широкий спектр выполняемых операций, основанных на электроприводе. Например, подъёмно-осмотровое и

подъёмно-транспортное оборудование, простые токарные, сверлильные и другие электрические машины и т. д.

Электроприводом называется электромеханическое устройство, предназначенное для электрификации и автоматизации рабочих процессов.

Системы управления электроприводов состоят из типовых узлов, выполняющих отдельные функции. Одной из главных функций управления электроприводом является пуск и выключение электродвигателя.

Самым простым способом пуска электрических машин является прямое включение, схема которого изображена на рисунке 11.2. Данная схема используется при пуске двигателей малой и средней мощности.

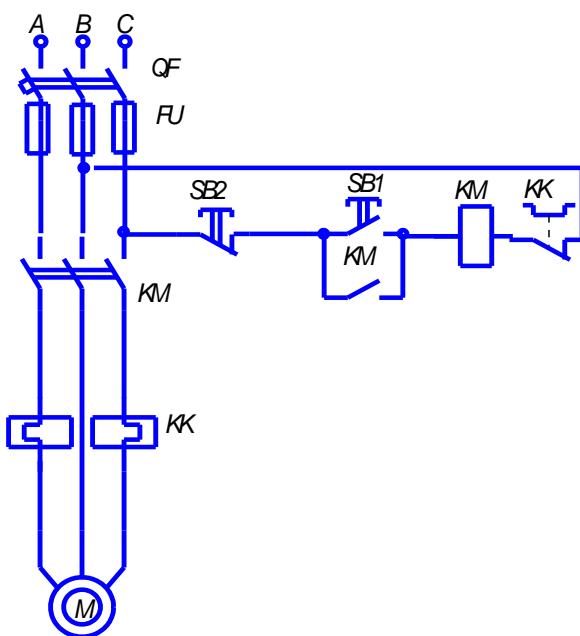


Рисунок 11.1 – Схема прямого пуска электрической машины

Для пуска электрической машины оператор нажимает на кнопку SB1, при этом катушка магнитного пускателя KM получает питание, магнитный пускатель срабатывает, включая контакты в цепи выключателя электродвигателя, и блокирует пусковую кнопку. Электродвигатель разгоняется. При перегрузке (если ток выключателя превышает 1,1-1,2 А номинального значения) срабатывает тепловое реле KK, отключая своим контактом цепь питания катушки магнитного пускателя.

Для остановки электродвигателя оператор нажимает на кнопку SB2 (стоп). Для защиты от коротких замыканий и перегрузок используется автоматический

выключатель QF. Каждая фазовая защита от коротких замыканий предусмотрена плавкими предохранителями FU.

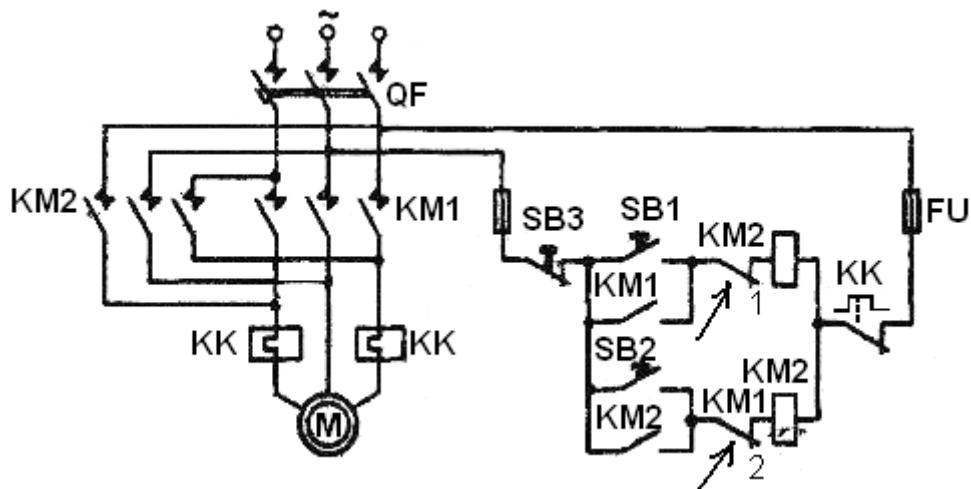


Рисунок 11.2 – Схема управления двигателем

Практическая работа 12

Наименование: Освоение работы системы отопления и вентиляции.

Цель работы: Научиться различать системы отопления и вентиляции.

Оборудование: Аналоговые электроизмерительные приборы.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Выполните задание в удобной для вас последовательности.
3. Письменно ответьте на контрольные вопросы.
 - 3.1 Для чего служит система отопления и вентиляции подвижного состава?
 - 3.2 Имеет ли значение вид системы отопления и вентиляции? Ответ объясните.
 - 3.3 Нужно ли обращать внимание на неисправность элементов системы отопления и вентиляции подвижного состава? Ответ объясните.
 - 3.4 Какое значение имеет неисправность системы отопления и вентиляции?

Задание

- 1) По заданному преподавателем варианту впишите необходимые числа для установления предлагаемых равенств в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Предлагаемые равенства

Вариант	Устанавливаемое равенство		
1	$200 \text{ mA} = ? \text{ A}$	$15 \text{ kV} = ? \text{ V}$	$450 \text{ Ом} = ? \text{ кОм}$
2	$0,00025 \text{ A} = ? \text{ мкА}$	$200 \text{ B} = ? \text{ кВ}$	$0,22 \text{ МОм} = ? \text{ кОм}$
3	$0,15 \text{ A} = ? \text{ mA}$	$50 \text{ мВ} = ? \text{ В}$	$4200 \text{ Ом} = ? \text{ Мом}$
4	$1500 \text{ A} = ? \text{ кА}$	$0,3 \text{ кВ} = ? \text{ В}$	$100 \text{ мОм} = ? \text{ Ом}$
5	$420 \text{ мкА} = ? \text{ mA}$	$2,5 \text{ кВ} = ? \text{ В}$	$10000 \text{ Ом} = ? \text{ кОм}$
6	$300 \text{ A} = ? \text{ кА}$	$0,04 \text{ В} = ? \text{ мВ}$	$1,3 \text{ кОм} = ? \text{ Ом}$

2) Прочтите шкалу предложенного измерительного прибора по алгоритму: название прибора – измеряемая величина – род тока – пределы измерения (верхний, нижний) – цена деления – класс точности – положение установки шкалы.

3) По заданному преподавателем варианту, используя данные таблицы 12.2 Подберите приборы для измерения силы тока и напряжения на участке электрической цепи, если сопротивление резистора может изменяться. Объясните свой выбор.

Вариант 1: от 10 Ом до 20 Ом. Вариант 2: от 5 Ом до 10 Ом.

Вариант 3: от 20 Ом до 25 Ом. Вариант 4: от 12 Ом до 20 Ом.

Вариант 5: от 40 Ом до 60 Ом. Вариант 6: от 20 Ом до 40 Ом.

Таблица 12.2 – Информация на шкале измерительных приборов

№	Единицы измерения	Пределы измерения	Род тока
1	V	0 - 50	–
2	V	0 - 20	–
3	V	0 - 30	~
4	kV	0 - 1	~
5	mA	0 - 300	–
6	A	0 - 5	–
7	kA	0 - 2	~
8	Ω	0 - 50	–
9	k Ω	0 - 1	–
10	kW	0 - 0,6	~
11	W	0 - 50	–

Учебный материал

Общее в качественном отношении свойство многих физических объектов (физических систем, их состояний, происходящих в них процессов) называют *физическими величинами*. В электротехнике физическими величинами являются электрическое напряжение, сила тока, мощность, электрёмкость, индуктивность, частота.

Физическая величина может иметь различные значения. Измерение данной физической величины – это определение её значения опытным путём.

Технические устройства, применяемые при измерениях температур, называют системой отопления и вентиляции. К средствам охлаждения относят вентиляторные колеса, масляные и водяные охладители. При неработающей системе охлаждения, происходит перегрев обмоток частей машины, и провести измерение используют измерительные приборы.

Измерительный прибор – средство измерения, вырабатывающее доступный для восприятия наблюдателем сигнал, определяющий значение измеряемой величины.

Приборы, показания которых изменяются плавно в зависимости от изменения измеряемой величины, называют *аналоговыми*. Приборы, в которых показания представлены в цифровой форме и изменяются дискретно (ступенями) при плавном изменении измеряемой величины, называют *цифровыми*.

Перед началом измерений необходимо ознакомиться с прибором. На шкале прибора, помимо делений с цифрами и букв, обозначающих сокращённой буквой вольты (V), амперы (A), ватты (W) и т. д., имеются другие условные обозначения. Эти обозначения наносят в нижней части шкалы измерительного прибора: значок постоянного тока (горизонтальная чёрточка) или переменного тока (синусоида); система измерительного механизма; положение шкалы (горизонтальное, вертикальное, наклонное); зажимы (отрицательный, положительный, общий – звёздочкой); класс точности. Так же имеется и другая информация о приборе, которая не рассматривается в данном курсе.

Класс точности прибора – это обобщённая характеристика прибора. В зависимости от погрешности электроизмерительные приборы подразделяются на классы. Каждый класс обозначается значением погрешности, выраженной в процентах. Наиболее точные лабораторные приборы имеют класс 0,05; 0,1; 0,2 или

0,5. Хорошие технические приборы относятся к классу 1,0 или 1,5. Имеются также и менее точные приборы класса 2,5 или 4,0.

При измерении иногда допускаются ошибки в отсчёте показаний прибора. Для этого следует пользоваться понятием о *цене деления* шкалы. Например, миллиамперметр на 100 мА имеет шкалу на 20 делений. Тогда каждому делению соответствует 5 мА. Это и будет цена деления.

Практическая работа 13

Наименование: Освоение работы вспомогательного электрооборудования.

Цель работы: Научиться подбирать электроизмерительные приборы для контроля за состоянием участка цепи и настройки оборудования на заданные параметры.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Выполните задание в удобной для вас последовательности.
3. Ответьте на контрольные вопросы к каждому заданию.

Задание

1) Используя данные таблицу 13.1, подберите омметр для настройки реостата на определённое сопротивление (определите его величину) в схеме, изображённой на рисунке 13.1, так, чтобы мощность лампы была максимальной, при условии, что сила тока в лампе не будет превышать 1,7 А. Лампа рассчитана на напряжение 12 В, сопротивление реостата можно изменять от 5 Ом до 10 Ом.

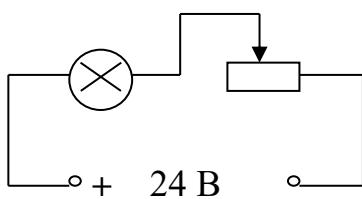


Рисунок 13.1 – Схема к заданию 1

2) Используя данные таблицы 13.2, подберите прибор для измерения силы тока в неразветвлённой части цепи к схеме, изображённой на рисунке 13, если сопротивления резисторов R_1 и R_2 равны соответственно 10 Ом и 15 Ом, лампа рассчитана на напряжение 12 В. Какими при этом будут показания ваттметра,

подключённого к лампе? Подберите соответствующий ваттметр. Укажите на схеме место положения выбранных вами приборов.

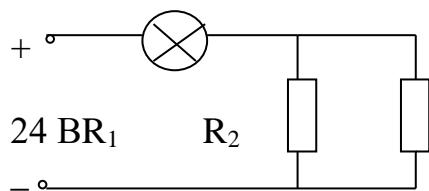


Рисунок 13.2 – Схема к заданию 2

Контрольные вопросы

К заданию 1.

1.1 Как будет меняться яркость лампы, если сопротивление реостата

а) увеличить до максимума;

б) уменьшить до минимума? Почему?

1.2 При каком сопротивлении реостата эксплуатация лампы не возможна?

Почему?

К заданию 2.

2.1 Какими будут показания ваттметра, если измерять мощность всей цепи?

Можно ли при этом воспользоваться ранее выбранным ваттметром?

2.2 Как отразится на яркости лампы выход из строя одного из резисторов?

Почему?

Таблица 13.1 – Информация на шкале измерительных приборов

№	Единицы измерения	Пределы измерения	Род тока
1	V	0 - 50	–
2	V	0 - 20	–
3	V	0 - 30	~
4	kV	0 - 1	~
5	mA	0 - 300	–
6	A	0 - 5	–
7	kA	0 - 2	~
8	Ω	0 - 50	–

9	$k\Omega$	0 - 1	-
10	kW	0 - 0,6	~
11	W	0 - 50	-

Учебный материал

При последовательном соединении резисторы соединяются в одну неразветвленную цепочку. Ток в каждом резисторе одинаков и равен общему току всей цепи. Напряжение, приложенное к цепи равно сумме падений напряжений на каждом резисторе. Общее сопротивление всей цепи равно сумме сопротивлений отдельных резисторов.

При параллельном соединении все резисторы подключены к двум узловым точкам цепи. Напряжение на всех резисторах одинаково, так как их концы подключены к одному и тому же источнику электрической энергии. Общий ток в неразветвленной части цепи равен сумме токов в каждом разветвлении (в каждом резисторе). Общее сопротивление цепи можно определить из соотношения:

$$1/R_{\text{экв}} = \sum 1/R \quad (1)$$

Для электрических цепей постоянного тока соблюдается закон баланса мощностей: мощность всей цепи равна сумме мощностей на отдельных участках цепи.

На участке электрической цепи соблюдается закон Ома: сила тока на участке прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению участка.

Практическая работа 14

Наименование: Освоение работы системы безопасности.

Цель работы: Исследовать действие нулевого провода и проверить соотношения между фазными и линейными напряжениями в четырёхпроводной цепи системы безопасности.

Оборудование: вольтметр переменного тока 250 V; плата 3; блок питания переменного тока 3 ~ 220 V (БП 4822 – 2); лампы накаливания РН 230 – 15 (4 шт.); провода.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Перенесите электрическую схему, представленную на рисунке 14.1 и таблицу 14.1.
3. Соберите электрическую цепь по представленной схеме. Дайте её проверить преподавателю.
4. Подключите проверенную электрическую цепь к клеммам трёхфазного питания и снимите показания вольтметра при обеих позициях тумблера В₃. Результаты измерения занесите в графу «Несимметричная нагрузка» таблицы 14.1.
5. Извлеките в фазе В из гнезда одну лампу и повторите измерения. Результаты занесите в графу «Симметрическая нагрузка» таблицы 14.1.
6. Сравните значения фазных напряжений при замкнутом и разомкнутом тумблере при несимметричной нагрузке. Обоснуйте полученный результат.
7. Сравните значения фазных напряжений при замкнутом и разомкнутом тумблере при симметрической нагрузке. Обоснуйте полученный результат.
8. Ответьте на контрольные вопросы.
 - 8.1 Для чего служит нулевой провод и когда можно обойтись без него?
 - 8.2 Как отражается отсутствие нулевого провода на яркости ламп в случае несимметрической нагрузки? Почему?
 - 8.3 Почему в электрической цепи системы безопасности подвижного состава отсутствует нулевой провод?

Задание

Исследуйте действие нулевого провода в трёхфазной цепи при соединении фаз звездой.

Учебный материал

При соединении проводов концы его обмоток соединяются в одну точку, которая называется **нулевой** или **нейтральной**. При этом источник питания с потребителем соединяется тремя или четырьмя проводами.

Первые три соединительных провода называются **линейными** и подключаются к началам трёх фаз: A, B, C соответственно. Четвёртый провод называют **нулевым** или **нейтральным**, он подключается к концам трёх фаз.

В трёхфазной цепи действуют линейные и фазные токи, линейные и фазные напряжения. Токи, проходящие по линейным проводам, называются линейными, а токи, проходящие по фазам, называют **фазными**.

Напряжение, измеренное между началом и концом одной фазы, называется **фазным**.

Напряжение, измеренное между началами двух фаз, называется **линейным**.

Нулевой провод в четырёхпроводной цепи предназначен для обеспечения симметрии фазных напряжений при несимметричной нагрузке.

Несимметрия фазных напряжений не допустима, так как нарушает нормальную работу потребителей, рассчитанных на определённое рабочее напряжение.

Нагрузка считается **симметричной**, если все три нагрузочных сопротивления равны по величине и имеют одинаковый характер.

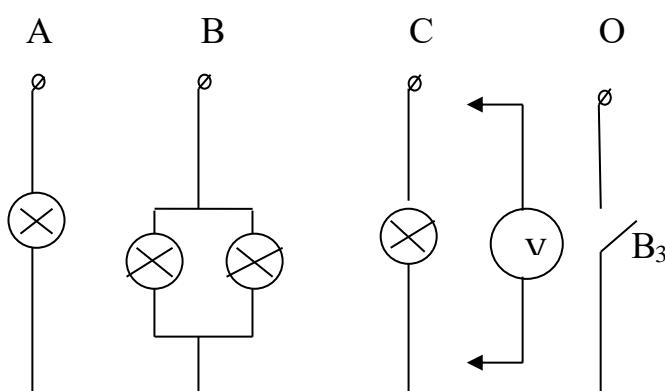


Рисунок 14.1 – Схема четырёхпроводной цепи

Таблица 14.1 – Показания вольтметра

Положение тумблера B ₃	Несимметричная нагрузка			Симметричная нагрузка		
	U _{A, B}	U _{B, B}	U _{C, B}	U _{A, B}	U _{B, B}	U _{C, B}
Замкнут						
Разомкнут						

Наименование: Технология проведения ТО и ремонта токоприемников.

Цель работы: Изучить этапы проверки состояния элементов токоприемников.

Оборудование: токоприемник, высоковольтный кабель, соединительные штанги, тестер (в режиме омметра).

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Проведите необходимые расчеты.
3. Проверьте силу отключающей пружины $F_{\Pi 1}$ в конечном (сжатом) состоянии.
4. Проверьте расчет хода поршня при подъеме токоприемника.
5. Устно ответьте на контрольные вопросы.

5.1 Какова сила отключающей пружины? Каким способом регулируются отключающие пружины?

5.2 Каким должно быть ход поршня, если при техническом обслуживании будет допущена погрешность?

5.3 Какое заключение необходимо сделать, если при диагностике обмотки высоковольтного кабеля на снижение изоляции тестер показал только два одинаковых значения?

5.4 Сколько раз необходимо протестировать на обрыв, чтобы сделать заключение?

5.5 Сколько раз достаточно протестировать на короткое замыкание, чтобы сделать заключение?

Задание

Проверьте состояние обмотки элементов кабеля на обрыв и короткое замыкание.

Учебный материал

Для проверки технического состояния токоприемников, необходимо провести расчет приведенного веса подвижных частей G

Вес подвижных частей контактора G зависит от его габаритов, которые

непосредственно связаны с рабочим током, а, следовательно, с контактным нажатием F_K для расчета рекомендуется принять значение:

$$G' = 0,1 * F_K \quad (1)$$

Расчет силы отключающей пружины F_{P1} в конечном (сжатом) состоянии

Расчетное значение силы F_{P1} может быть выражено равенством:

$$F_{P1} = 1,5 * F_{TB} - G' + 2 * F'_K \quad (2)$$

где F_{P1} – силы отключающей пружины;

F'_K – силу контактов нажатия при включенном контакторе;

F_{TB} – сила трения поршня о стенки цилиндра.

Расчет зазора контактов h_P

Контактный зазор h_P однозначно определяется номинальным рабочим напряжением контактора U_{nom}

$$h_P = (10-5) * U_{nom} \quad (3)$$

Если U_{nom} выражено в В, то h_P получается в м.

Расчет хода поршня при включении аппарата h_X

Ход поршня в процессе включения контактора h_X зависит от зазора контактов h_P и величины провала h_{Pi} . Провал h_{Pi} равен расстоянию, на которое перемещается подвижный контакт при устранении неподвижного в их замкнутом состоянии, и характеризует дополнительное перемещение рычажной системы контактора после первоначального касания контакт - деталей между собой.

Величина провала контактов h_{Pi} может быть принята усредненной для электропневматических контакторов и равной 10-2.

Тогда с учетом принятого ранее соотношения между $1K$ и $1P$ ход поршня h_X приближенно можно рассчитать по формуле:

$$h_X = (h_{Pi} + h_P) / 1,2, \quad (4)$$

где h_X – ход поршня в процессе включения контактора;

h_{Pi} – величина провала контактов;

h_P – зазор контактов.

Расчет жесткости отключающей пружины \mathcal{J}

$$\mathcal{J} = F_{\Pi 1} / 2 * h_0 , \quad (5)$$

где \mathcal{J} – жесткость отключающей пружины;

$F_{\Pi 1}$ – силы отключающей пружины.

Обычно значения h_0 и h_x близки между собой и могут быть приравнены в расчете.

Расчет начального натяжения отключающей пружины $F'_{\Pi 1}$.

В выключенном состоянии контактора отключающая пружина имеет начальное натяжение $F'_{\Pi 1}$ за счет ее сжатия при сборке аппарата на величину h_0 .

Количественно $F'_{\Pi 1} = h_0 * \mathcal{J}$,

где \mathcal{J} – жесткость пружины, определяемая усилием, требующимся для ее сжатия на единицу длины.

Расчет максимального значения силы сжатия F_{Π}

Максимальная величина силы F_{Π} , создающей напряжение сжатия в материале штока, может быть установлена при условии $p = 1,5 * p_{\text{ном}}$ и начальном натяжении отключающей пружины $F'_{\Pi 1}$

$$F_{\Pi} = F_B - F_{\Pi 1} - F_{TB} , \quad (6)$$

где $F_B = 1,5 * P_{\text{ном}} * (\pi * d^2 B^2) / 4$

$$F_{\Pi 1} = 1,5 * F_{TB} - G' + 2 * F'_{\Pi 1} , \quad (7)$$

где $F_{\Pi 1}$ – силы отключающей пружины;

F_{Π} – сила максимального сжатия;

F_B – сила давления воздуха;

F_{TB} – сила трения поршня о стенки цилиндра.

Практическая работа 16

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту разъединителей силовых цепей.

Цель работы: Научиться определять техническое состояние разъединителя силовой цепи, используя расчёты магнитной цепи.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочтайте учебный материал.
2. Выполните задание по варианту, заданному преподавателем. В форме отчёта представьте: содержание «Дано» – содержание «Найти» – рисунок 16.1 – с рисунка 16.1 кривую намагничивания элементов изделия для заданного варианта – решение по алгоритму, приведённому в учебном материале.

Задание

Таблица 16.1 – Исходные данные

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

16.1 –
элементов

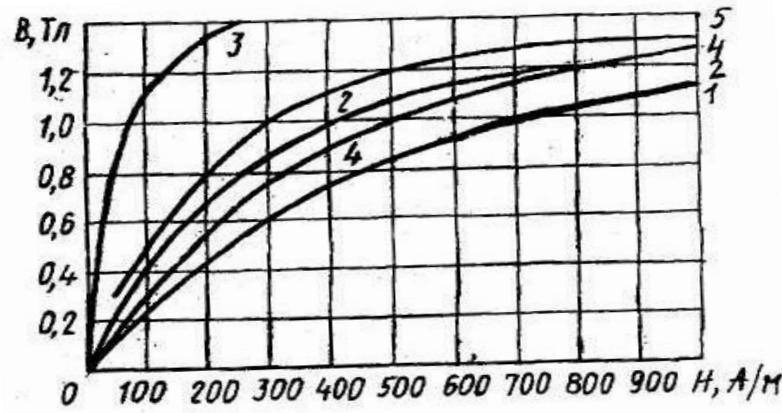


Рисунок
Кривые
намагничивания
разъединителя

силовой цепи

Магнитная цепь с магнитопроводом, выполненным из стали с размерами, содержит катушку возбуждения магнитного потока с числом витков ω и током I . Используя кривую намагничивания стали $B(H)$, по данным, приведённым в таблице 16.1 для заданного варианта, определите величину, отмеченную в таблице звёздочкой.

Учебный материал

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

Примером таких цепей являются разъединители силовых цепей, 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 воспользуйтесь законом полного тока по формуле:

$$\Sigma I = I \cdot \omega, \quad (1)$$

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 определите намагничивающую 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 определяют магнитную индукцию:

$$B = \Phi / S, \quad (2)$$

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:

$$I \cdot \omega = H \cdot l, \quad (3)$$

где l – длина средней линии магнитопровода.

Алгоритм решения второй задачи.

1. По закону полного тока (3) определите напряжённость поля магнитной цепи высчитывается по выражению:

$$H = I \cdot \omega / l \quad (4)$$

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

3. По формуле определите магнитный поток:

$$\Phi = B \cdot S \quad (5)$$

Практическая работа 17

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту высоковольтных аппаратов коммутации.

Цель работы: Изучить этапы проверки состояния элементов аппаратов.

Оборудование: быстродействующий выключатель; высоковольтный кабель; соединительные штанги; тестер (в режиме омметра).

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.
2. Перенесите данные в таблицы 17.1 и 17.2.
3. Проверьте предложенную обмотку высоковольтного кабеля на обрыв, как показано на рисунке 17.1. Результаты проверки занесите в таблицу 17.1.
4. Проверьте предложенную обмотку выключателя на короткое замыкание, как показано на рисунке 17.2. Результаты проверки занесите в таблицу 17.2.
5. Устно ответьте на контрольные вопросы.

5.1 Какое количество фаз имеет высоковольтный выключатель? Каким способом они соединены?

5.2 Каким должно быть заключение, если при тестировании обмотки на короткое замыкание стрелка тестера не отклонилась?

5.3 Какое заключение необходимо сделать, если при диагностике обмотки выключателя на обрыв тестер показал только два одинаковых значения?

5.4 Сколько фаз обмоток выключателя необходимо протестировать на обрыв, чтобы сделать заключение?

5.5 Сколько выводов обмоток выключателя достаточно протестировать на короткое замыкание, чтобы сделать заключение?

Задание

Проверьте состояние элементов аппарата на короткое замыкание.

Учебный материал

Обмотка выключателя проверяется на обрыв и короткое замыкание.

При обрыве одной фазы в цепи обмотки выключателя увеличивается сопротивление в цепи остальных фаз, от чего снижается мощность, а аккумуляторная батарея не будет полностью заряжаться.

В случае обрыва в обмотке двух фаз выключается вся обмотка выключателя, и инвертор не работает.

Проверка обмотки выключателя на обрыв (Рисунок 17.1) проводится поочерёдным подключением тестера (в режиме омметра) к концам двух фаз. При обрыве стрелка тестера не отклоняется.

Обратите внимание, при всех подключениях тестера между выводами фаз, его показания должны быть одинаковыми. Если же тестер будет показывать разное сопротивление, это значит, что в обмотке выключателя есть межвитковое замыкание. При такой неисправности существенно снижается мощность инвертора, а аккумуляторная батарея заряжается только на большой частоте зарядного устройства.

Короткое замыкание обмотки выключателя на корпус (Рисунок 17.2) определяется подключением одного щупа тестера (в режиме омметра) к одному из выводов обмотки, а второго щупа – к корпусу выключателя. Если стрелка тестера отклоняется, значит, обмотка выключателя замыкает на корпус. Такая неисправность возникает вследствие механического или теплового повреждения изоляции обмотки. При этом значительно снижается мощность зарядного устройства, происходит его перегрев.

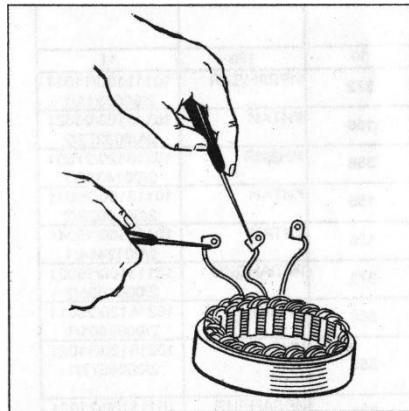


Рисунок 17.1 – Проверка обмотки выключателя на обрыв

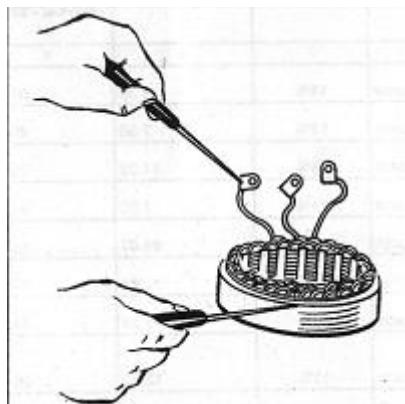


Рисунок 17.2 – Проверка обмотки выключателя на короткое замыкание

Таблица 17.1 – Результат проверки обмотки на обрыв

Показания тестера			Заключение
Z_{AB} , Ом	Z_{BC} , Ом	Z_{CA} , Ом	

Таблица 17.2 – Результат проверки обмотки на короткое замыкание

Показания тестера, стрелка отклонилась /не отклонилась	Заключение

Практическая работа 18

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту разрядников и антенн радиосвязи.

Цель работы: Проанализировать технологию проведения ремонтных работ.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Письменно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 Перечислите электрооборудование, применяющееся при ремонте.

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты разрядников? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация разрядников и антенн радиосвязи?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита разрядников?

Каким электрическим элементом аппарата она осуществляется?

Задание

Проверьте техническое состояние разрядника.

Учебный материал

На подвижном составе для защиты электрических цепей от перенапряжений, возникающих в контактной сети при грозовых электрических разрядах применяют ограничитель перенапряжения типа ОПН-064, или разрядники. Его устанавливают на крыше вагона. Ограничитель перенапряжения состоит из двух основных элементов: многократного искрового промежутка и нелинейного резистора.

Многократный искровой промежуток разрядника составлен из семи последовательно соединенных комплектов по четыре единичных искровых промежутка в каждом. Единичный искровой промежуток образуется двумя тарельчатыми электродами, изолированными мikanитовыми прокладками в виде шайбы, толщиной которых определяется зазор искровых промежутков. Каждый комплект искровых промежутков шунтируется двумя одинаковыми высокоомными нелинейными резисторами, служащими для равномерного распределения напряжения по искровым промежуткам в установившихся режимах. Резисторы имеют подковообразную форму. Нелинейные резисторы – диски, которые изготавливают из материала вилит (отсюда название разрядника – вилитовый). Вилит состоит из карборунда специального сорта и связующего вещества. Для обеспечения

лучшего контакта торцы вилитовых дисков покрыты алюминием, а боковые поверхности – изолирующей обмазкой. Ограничитель смонтирован в фарфоровом кожухе, который армирован верхним и нижним силуминовыми фланцами. Комплект вилитовых дисков и искровых промежутков сжимают сильной стальной пружиной, расположенной под верхним фланцем. Их герметизируют с помощью кольцевых резиновых уплотнений. Это предотвращает изменение характеристик вилитовых резисторов и ухудшение изоляционных свойств мikanита. При повышении напряжения в защищаемой ограничителем цепи сверх определенного значения (уставки), которое зависит и от скорости нарастания напряжения, пробиваются искровые промежутки, и тогда к контактной сети оказывается подключенным комплект вилитовых дисков. Через него в первый момент времени потечет суммарный ток, состоящий из импульсного тока от перенапряжения и сопровождающего тока промышленной частоты.

Импульсный ток достигает больших значений. При этом сопротивление вилита невелико, остающееся напряжение на разряднике во время протекания импульсного тока не превышает значений, опасных для изоляции электропоезда. В этом основа защитного действия ограничителя. После прохождения импульсного тока через ограничитель перенапряжения еще некоторое время протекает сопровождающий ток 80-100 А. При таком сравнительно небольшом токе сопротивление становится значительно больше и на долю искровых промежутков приходится меньшая часть напряжения, что облегчает гашение дуги.

Срабатывание ограничителя перенапряжения не влечет за собой никаких видимых последствий и часто остается незамеченным. В них повышена вибропрочность шунтирующих резисторов. 1. При нормальном значении напряжения в контактной сети (до 600 В) искровые промежутки не пробиваются и разрядник в работе не участвует. 2. При ударе молнии напряжение в к.с. кратковременно повышается до 100 кВ, тогда все искровые промежутки (28 шт.) пробиваются посередине и через их дугу, а также через 7 вилитовых сопротивления весь избыточный заряд молнии уходит в землю, при этом из-за большого избыточного напряжения вилит оказывает этому току от грозового разряда очень малое сопротивление. 3. После отвода заряда молнии из к.с. в землю, в к.с. остается

рабочее напряжение 5+6 кВ. В результате резкого уменьшения напряжения вилит быстро увеличивает свое сопротивление, за счет чего ток в дуге и в искровых промежутках уменьшается до такой малой величины, что дуга автоматически гаснет. Этот процесс происходит за тысячные доли секунды. При этом разрядник снова готов к новому срабатыванию (до 6 раз). При коммутационных перенапряжениях в контактной сети ограничитель срабатывает при напряжении 5+6 кВ (т.е. при амплитудном значении напряжения в к.с. 4+7 кВ). Коммутационные перенапряжения в контактной сети возникают под влиянием ЭДС самоиндукции в обмотках трансформаторов при переключениях на подстанциях.

За счет вилитовых сопротивлений дуга в искровых промежутках автоматически гаснет после отвода заряда молнии в землю и при напряжении в к.с. 5+6 кВ, которое с контактной сети не снимается.

Практическая работа 19

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту тягового электрооборудования.

Цель работы: Исследовать ход выполнения ремонтных работ.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Письменно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 Перечислите электрооборудование, применяющееся при ремонте тягового электрооборудования.

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты элементов тягового электрооборудования? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация тягового электрооборудования?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита тягового электрооборудования? Каким образом она осуществляется?

Задание

Проверьте состояние элементов тягового контейнера.

Учебный материал

Контейнер тягового инвертора

Контейнер предназначен для питания тяговых асинхронных двигателей (ТАД) вагона в режиме тяги и управления ТАД в режиме рекуперативного и реостатного электрического торможения.

Состав контейнера

Контейнер включает в себя все оборудование 3-х фазного частотно-регулируемого асинхронного тягового привода вагона за исключением дросселя сетевого фильтра, тормозного реостата и тяговых двигателей: модуль силового инвертора напряжения (МСИ); вентилятор охлаждения МСИ (ВИ); блок управления тяговым приводом (БУТП); выключатель быстродействующий (ВБ); линейный контактор (ЛК); зарядный контактор (ЗК); зарядный резистор (Rs); разрядный резистор (Rp); варистор (R_{orp.1}); датчики тока и напряжения (ДТ, ДН); панель промежуточных реле (ПР); источник питания контейнера (ИПК); блок питания вентиляторов (БПВ); конденсатор сетевого фильтра (Сф); промежуточный дроссель (ПД).

Контейнер представляет собой металлическую сварную конструкцию из отдельных секций. Секции контейнера разбиты на отсеки с целью отделения силового оборудования от аппаратуры управления. Доступ к оборудованию, размещенному в отсеках возможен через их крышки, закрепленные болтами. Для обеспечения требований электробезопасности на крышки нанесены соответствующие предупредительные знаки и надписи.

Практическая работа 20

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту тяговых электродвигателей.

Цель работы: Изучить назначение и технологию проведения ремонта тяговых электродвигателей.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится ремонт и обслуживание тяговых электродвигателей?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты элементов тягового электродвигателя? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация тягового электродвигателя?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита тягового электродвигателя? Каким образом она осуществляется?

Задание

Проверьте состояние тягового электродвигателя.

Учебный материал

Трехфазный двигатель, самовентилируемый с короткозамкнутым ротором. Тяговые двигатели, установлены на вагонах подвижного состава, с опорой только на раму тележки, что снижает ударные нагрузки на двигатель при прохождении неровностей и стыков ходовых.

Двигатели могут работать как электродвигателями, так и генераторами. В первом случае электрическая энергия, потребляемая от контактной сети (третий рельс), преобразуется в механическую, развивая при этом вращающий момент на валу двигателя.

Во втором случае двигатель преобразует, приведенную к валу механическую энергию от вращения колесных пар в электрическую, которая может быть вновь возвращена в контактную сеть (рекуперативное торможение) или гасится на тормозном реостате (сопротивление), при реостатном электрическом торможении.

Асинхронная электрическая машина характеризуется тем, что при ее работе возбуждается вращающее магнитное поле, которое вращается асинхронно относительно скорости вращения ротора.

Практическая работа 21

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту преобразователей.

Цель работы: Усвоить различия между полупроводниковыми диодами системы питания.

Оборудование: Лабораторный стенд 17Л – 03; сменная панель 11; генератор стендаГ1; амперметр РА – АВ1; вольтметр РВ – АВ2; электрические провода; диоды КД103А и Д9.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочтайте учебный материал.
2. Перенесите схему с рисунка 21.1, таблицы 21.1 и 21.2.
3. Соберите электрическую цепь по схеме рисунка 21.2, 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 21.1 и 21.2 соответственно. Обратите внимание на напряжение, при котором открываются диоды.
5. Пользуясь данными таблиц 21.1 и 21.2, постройте прямые ветви ВАХ в координатных осях.
6. Сравните построенные характеристики диодов и определите их принадлежность к конкретному диоду. По результатам сравнения сделайте соответствующий вывод.
7. Устно ответьте на контрольные вопросы.
 - 7.1 Что отражает основная характеристика диода преобразователя?
 - 7.2 Каково основное назначение выпрямительных диодов?
 - 7.3 Используются ли диоды в электрооборудовании подвижного состава? Если да, то в какой его части и для чего?

Задание

Постройте вольтамперные характеристики диодов и обоснуйте их принадлежность к конкретному диоду.

Учебный материал

В 1845-1847гг. 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 21.1).

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 0,4В, 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.

Таблица 21.1 – Вольтамперная характеристика диода КД1003А

U _{пр} , В						
I _{пр} , мА						

Таблица 21.2 – Вольтамперная характеристика диода Д9

U _{пр} , В						
I _{пр} , мА						

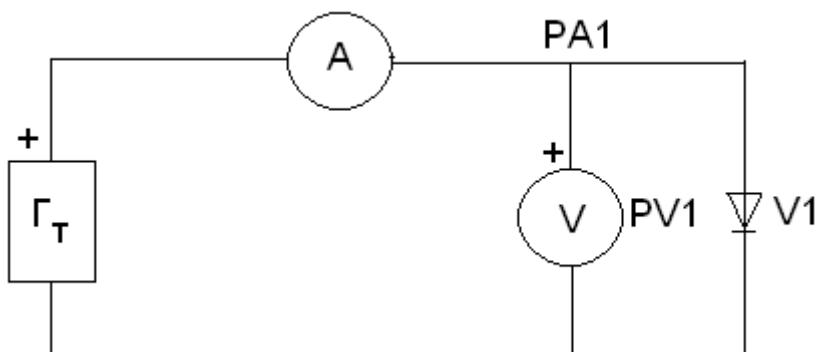


Рисунок 21.1 – Вольтамперная характеристика р-п перехода

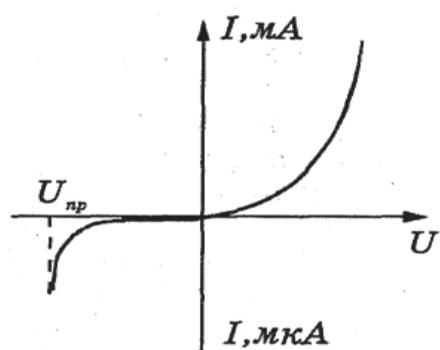


Рисунок 21.2 – Схема на сменной панели 17Л-03/11

Практическая работа 22

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту аккумуляторных батарей.

Цель работы: Исследовать технологию обслуживания аккумуляторных батарей.

Порядок выполнения:

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

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание аккумуляторных батарей?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты элементов аккумуляторных батарей? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация аккумуляторных батарей?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита аккумуляторных батарей в процессе проведения зарядки? Каким образом она осуществляется?

Задание

Исследуйте необходимость проведения обслуживания аккумуляторных батарей подвижного состава.

Учебный материал

Аккумуляторные батареи на подвижном составе выполняют разнообразные функции. Например, назначение аккумуляторной батареи на электровозах, электропоездах и поездах метрополитена. Здесь батарею используют как автономный источник тока для питания цепей низкого напряжения при неработающем генераторе, следовательно, нет никакого потребления энергии. Для этих цепей выбирают аккумуляторы емкостью 100-200 А/ч. На контактно-аккумуляторном поезде, обслуживающем электрифицированные направления железных дорог и примыкающие к ним не электрифицированные участки, аккумуляторная батарея работает в специальном режиме.

Электрическая схема поезда предусматривает возможность заряда батареи от контактного провода через специальное зарядное устройство. Наконец, аккумуляторная батарея применяется для освещения и поддержания микроклимата в вагонах пассажирских поездов. Большая часть пассажирских вагонов имеет

автономную систему электроснабжения - от генератора с приводом, от колесной пары и аккумуляторной батареи. Мощность генераторов 3,5-6 кВт. Щелочные аккумуляторные батареи имеют напряжение 50 В. В зависимости от условий работы аккумуляторных батарей, применяют несколько конструкций аккумуляторов. Правильная организация и совершенная технология ремонта локомотивов позволяют содержать их в исправном состоянии при минимальных трудовых и материальных затратах. Большое значение при этом имеет значение ремонтных баз и их освещенности. В электроремонтном производстве в настоящее время используются совершенные методы организации ремонта и концентрации производства по всем сериям электровозов. Аккумуляторная батарея на электровозах служит источником энергии напряжением 50 В для катушек аппаратов, осветительных и сигнальных ламп при неработающих генераторах управления.

Аккумуляторная батарея состоит из щелочных никель - кадмievых аккумуляторов НК-125, установленных в металлических ящиках. В каждом ящике на тележке установлен аккумулятор. На дне тележки уложены щелочестойкие резиновые полосы. В дне тележки и ящика имеются отверстия для стока электролита наружу. При обслуживание батареи тележка выкатывается на открытую до горизонтального положения крышку. Крышка в нижней части крепится к ящику на петлях и удерживается в горизонтальном положении тросами, связанными с крышкой регулировочными болтами. В закрытом положении крышка крепится к ящику вверху двумя четырехгранными замками, сбоку – двумя откидными замками. Для отвода газов вверху ящика вварены две трубки с грибками, для забора вентилирующего воздуха на торцовых стенках ящика предусмотрены отверстия.

В зимнее время во избежание попадания снега в батарею отверстия закрывают крышками на резьбе изнутри ящика. Тележка и внутренняя поверхность ящика окрашены щелочестойкой эмалью. Каждый аккумулятор находится в индивидуальном резиновом чехле. Между рядами аккумуляторов и сетками тележки установлены гетинаковые листы. Аккумуляторы плотно прилегают друг к другу, что обеспечивается болтами (через нажимные гетинаковые плиты) и фанерными листами. Аккумуляторы соединены последовательно медными

никелированными шинами. Выводы аккумуляторов, шины и оси колес покрывают защитной смазкой.

Практическая работа 23

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту вспомогательного электрооборудования.

Цель работы: Изучить специфику проведения ТО и ремонта вспомогательного электрооборудования подвижного состава.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание и ремонт вспомогательного электрооборудования (расщепителя фаз)?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты вспомогательного электрооборудования? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация вспомогательного электрооборудования?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита вспомогательного электрооборудования в процессе работы? Каким образом она осуществляется?

Задание

Рассмотрите рисунок 23.1 и проверьте расщепитель фаз на короткое замыкание.

Учебный материал

Преобразование однофазного тока трансформатора в трехфазный для питания асинхронных двигателей на электровозах осуществляют расщепители фаз. Расщепитель фаз представляет собой асинхронную машину, выполняющую одновременно функции однофазного двигателя и трехфазного генератора.

Рассмотрим, как работает однофазный асинхронный двигатель. При питании его обмотки однофазным синусоидальным током возникает переменное синусоидальное магнитное поле. В неподвижном однофазном двигателе в отличие от трехфазного создается не вращающееся, а пульсирующее магнитное поле, которое в течение одного полупериода имеет одно направление вдоль оси обмотки, а в течение другого – противоположное направление. Пульсирующее поле можно рассматривать как два вращающихся с одинаковой скоростью в противоположных направлениях поля, создаваемых потоками $0,5 \Phi$. Такое представление о пульсирующем поле справедливо для неподвижного двигателя.

При питании однофазным током асинхронный двигатель с места не тронется, так как нет вращающегося поля. Однако, если ротор двигателя с помощью какой-либо посторонней силы запустить и придать ему частоту вращения n , он будет продолжать вращаться. В этом случае поле вращающегося ротора почти полностью гасит составляющую пульсирующего поля, вызванную потоком $0,5 \Phi$, которая вращается встречно по отношению к ротору. Другая составляющая поля движется в одном с ротором направлении, как у обычного асинхронного двигателя, и поддерживает его вращение.

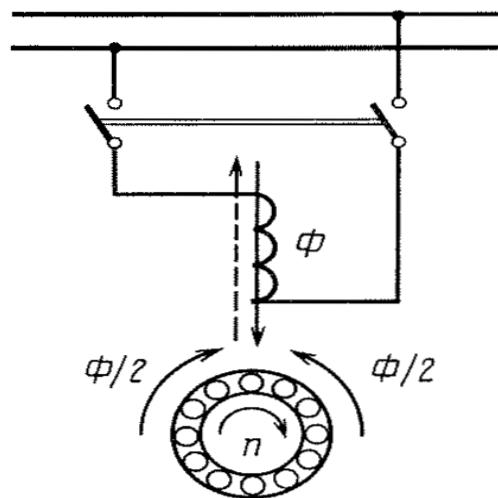


Рисунок 23.1 – Схема, поясняющая действие магнитного потока в неподвижном однофазном двигателе

На электровозах применен расщепитель фаз НБ-455А, обмотки которого соединены в трехфазную несимметричную звезду (Рисунок 23.1). Две фазы зезды $c1 = m2$ и $m1 = c2$ составляют двигательную обмотку, а третья фаза $c3$ и $c4$ – так

называемая генераторная. Вначале эту третью обмотку используют для запуска расщепителя фаз. Известно, что только от двигательной обмотки пуск его осуществить невозможно. Если же к двигательной обмотке присоединить обмотку, в цепи которой имеется резистор, то такой двигатель приходит во вращение.

В момент включения двигательных обмоток расщепителя на однофазное напряжение трансформатора контактор К замкнут и генераторная обмотка получает питание по цепи, проходящей через пусковой резистор R. Из-за введения активного сопротивления резистора R цепи двигательной и генераторной обмоток имеют разные соотношения индуктивных и активных сопротивлений. От этих соотношений зависит сдвиг тока относительно питающего напряжения. Ток генераторной обмотки оказывается сдвинутым по фазе на некоторый угол по сравнению с током в двигательных обмотках, и, хотя при этом не образуется симметричной трехфазной системы токов, все же этого сдвига оказывается достаточно для разгона расщепителя без нагрузки при отключенных вспомогательных двигателях. Этим исчерпывается действие генераторной обмотки в процессе пуска расщепителя фаз.

Когда частота вращения достигает 1430 об/мин, срабатывает реле оборотов, отключающее контактор К. После отключения контактора расщепитель работает как однофазный асинхронный двигатель на холостом ходу, получая питание от вторичной обмотки собственных нужд трансформатора. При этом вращающееся магнитное поле, образованное двигательной обмоткой и ротором, пересекает витки генераторной обмотки, наводя в ней ЭДС, сдвинутую примерно на 90° по отношению к напряжению обмотки вспомогательных цепей трансформатора. Необходимый сдвиг по фазе ЭДС в генераторной обмотке обусловлен расположением этой обмотки на статоре под углом примерно 120° относительно двигательных обмоток.

Практическая работа 24

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту электронных блоков подвижного состава.

Цель работы: Изучить процесс проведения ТО и ремонт электронных блоков подвижного состава.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание и ремонт электронных блоков?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты электронных блоков? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация электронных блоков?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита электронных блоков в процессе работы? Каким образом она осуществляется?

Задание

Рассмотрите рисунок 24.1 и 24.2, раскройте вопрос технологию проведения ремонта электронных блоков.

Учебный материал

Тяговый подвижной состав (ТПС) является одним из ключевых элементов системы безопасности. Соблюдение скоростного режима ведения поезда и следование показаниям напольных светофоров в значительной степени определяют безопасность движения. Для этого на ТПС создается единая комплексная система управления и обеспечения безопасности движения на тяговом подвижном составе – ЕКС (Рисунок 24.1).

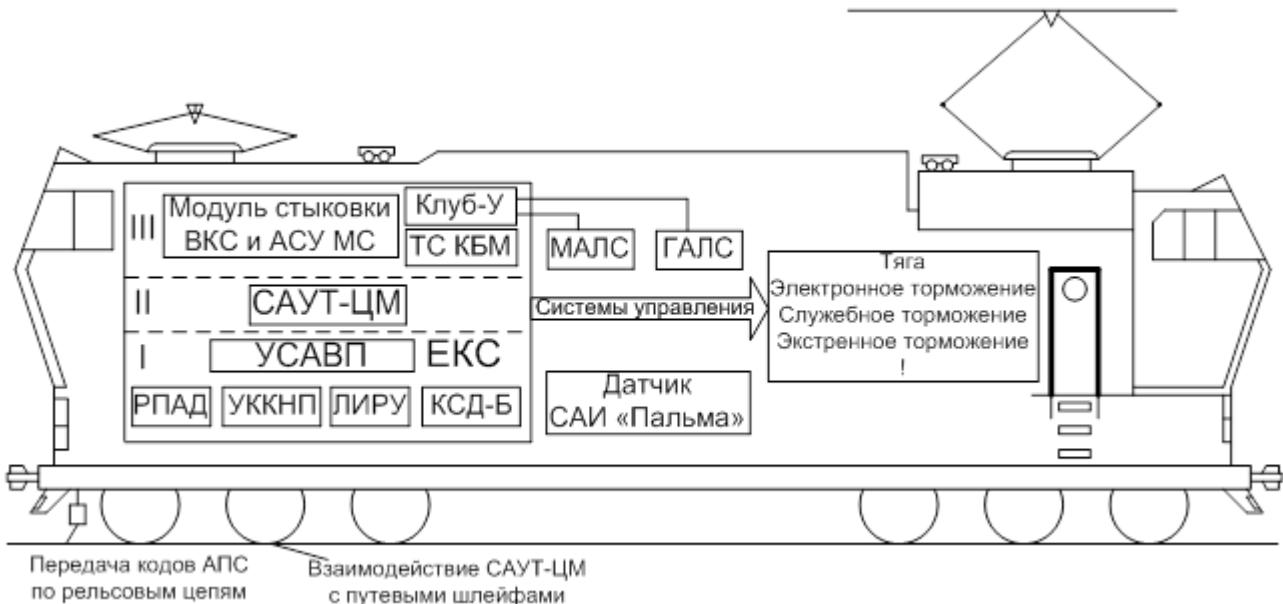


Рисунок 24.1 – Структурная схема обеспечения безопасности на локомотиве

На рисунке 24.1 приведены следующие обозначения: ТС КБМ – телемеханическая система контроля бодрствования машиниста; РПАД – регистратор параметров движения автоматический; УККНП – устройство корректировки координаты нахождения поезда; ЛИРУ – локомотивный индикатор и регистратор ускорений; КСД-Б – бортовая система диагностики; МАЛС – маневровая АЛС; ГАЛС – горочная АЛС.

ЕКС создается на базе трех объединенных на программно-интерфейсном уровне систем: автovedения поезда (УСАВП), автоматического управления тормозами (САУТ-ЦМ), комплексного управления безопасностью (КЛУБ-У).

Для обеспечения безопасности поезда в ЕКС должна быть передана информация о показании ближайшего напольного светофора, ограничении скорости, разрешении на отправление, в том числе при запрещающем показании светофора. Кроме того, в ЕКС следует передавать временные ограничения скоростей, другие предупреждения, требование немедленной остановки или остановки на станции, запрет управления и др. В перспективе в ЕКС следует передавать и график движения поезда, расстояние до ближайшего впереди идущего поезда, массу поезда и его длину и другую необходимую для ЕКС и машиниста информацию.

Локомотивные светофоры (ЛС) устанавливаются в кабине управления локомотива, мотор-вагонного поезда, специального самоходного подвижного состава и дают сигнальные показания непосредственно машинисту и его помощнику или

водителю дрезины и его помощнику. Согласно ПТЭ ЛС должны давать показания, соответствующие показаниям путевых светофоров, к которым приближается поезд. При движении только по показаниям локомотивных светофоров, эти светофоры должны давать показания в зависимости от занятости или свободности впереди лежащих блок-участков (БУ).

Сигналы ЛС имеют следующие сигнальные значения:

- зеленый огонь - «Разрешается движение; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит зеленый огонь»;
- желтый огонь - «Разрешается движение; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит один желтый огонь»;
- желтый огонь с красным - «Разрешается движение с готовностью остановиться; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит красный огонь»;
- красный огонь загорается в случае проезда путевого светофора с красным огнем.

При четырехзначной автоблокировке перед пред входным или другим стационарным светофором с желтым мигающим огнем локомотивным светофором подается желтый огонь, чтобы поезд мог снизить заблаговременно скорость на двух блок-участках к светофору с двумя желтыми огнями, или зеленый огонь (по соображениям ускорения пропуска пригородных поездов), если отклонение на боковой путь происходит далеко за светофором с двумя огнями.

- белый огонь локомотивного светофора указывает, что хотя локомотивные устройства включены, но нет сигналов от путевых светофоров.

АЛС дополняются устройствами безопасности, обеспечивающими контроль: установленных скоростей движения, самопроизвольного ухода поезда и периодической проверки бдительности машиниста. В случаях потери машинистом способности управления локомотивом, указанные устройства должны обеспечивать автоматическую остановку поезда перед путевым светофором с запрещающим показанием.

Структурная схема АЛС приведена на рисунке 24.2. Система АЛС состоит из путевых устройств, служащих для формирования и передачи числовых кодов, и локомотивных устройств, принимающих и дешифрирующих кодовые сигналы и включающих огни ЛС.

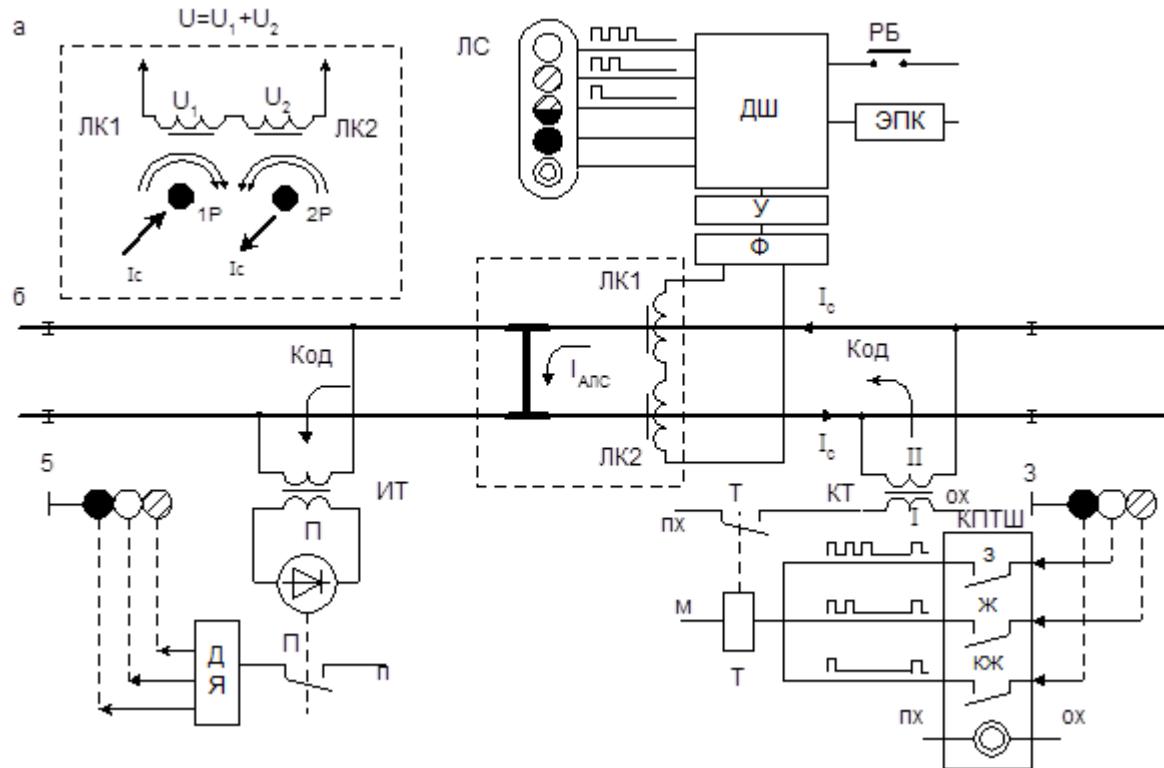


Рисунок 24.2 – Структурная схема кодовой АБ и АЛСН

Контроль скорости может быть двух видов: плавный и ступенчатый. При плавном контроле непрерывно в каждый данный момент проверяется соответствие фактической скорости – заданной. Превышение скорости вызывает принудительную остановку поезда во избежание проезда закрытого светофора или светофора, требующего проследования с ограниченной скоростью.

При ступенчатом контроле скорости допускаемая скорость сохраняет на протяжении всего БУ одно значение, соответствующее сигналу светофора. Приведение машинистом фактической скорости поезда в соответствие с допустимой скоростью на БУ может предусматриваться предварительно на предыдущем БУ или на самом БУ после проследования путевого светофора и появления сигнала, требующего снижения скорости. В последнем случае, если фактическая скорость превышает допустимую, то, чтобы не наступило из-за этого экстренное торможение, машинист должен привести в действие тормоза с требуемой интенсивностью торможения и с правом отпуска тормозов, когда фактическая скорость будет доведена до допустимой.

Практическая работа 25

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту систем отопления и вентиляции подвижного состава.

Цель работы: Изучить технологический процесс ТО и ремонт систем отопления и вентиляции.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочтайте учебный материал.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание и ремонт систем отопления и вентиляции?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты элементов систем отопления и вентиляции? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация элементов систем отопления и вентиляции?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита систем отопления и вентиляции в процессе работы? Каким образом она осуществляется?

Задание

По рисунку 25.1 рассмотрите технологию ремонта элементов отопления и вентиляции.

Учебный материал

Рассматривая цикл охлаждения воздуха в салоне троллейбусной машины, следует отметить, что система использует цикл охлаждения, основанный на способности поглощения тепла летучей жидкостью при испарении (переход от жидкого состояния к газу).

Установка кондиционирования использует гидрофторуглеродный хладагент типа R-134A, который не содержит хлора, с нулевой потенциальной опасностью ослабления озонового слоя (ODP), полностью удовлетворяющей Монреальскому протоколу.

Схема контура с хладагентом установки кондиционирования показана на рисунке 25.1, которая рассматривает описание цикла охлаждения салона троллейбуса.

Хладагент выходит из компрессора (3) в виде газа с высоким давлением и температурой и направляется через линию выпуска, оборудованную соответствующим глушителем вибраций (5), к конденсаторной батарее (4).

Конденсаторная батарея представляет собой теплообменник, изготовленный из медных труб, соединенных алюминиевыми ребрами. Тепло поступающего в батарею газа, значительно превосходящее температуру окружающей среды, рассеивается в воздухе, который движется над змеевиками под действием конденсаторного двигателя-вентилятора (16).

При понижении температуры газ конденсируется и превращается в жидкий хладагент. Он течет от конденсаторной батареи (4), через емкость для жидкости (1) и фильтр-осушитель (7), к клапану-соленоиду (электромагнитному клапану) в линии жидкости (14). Этот клапан с электронным управлением служит для регулирования потока хладагента через испарительную батарею (6).

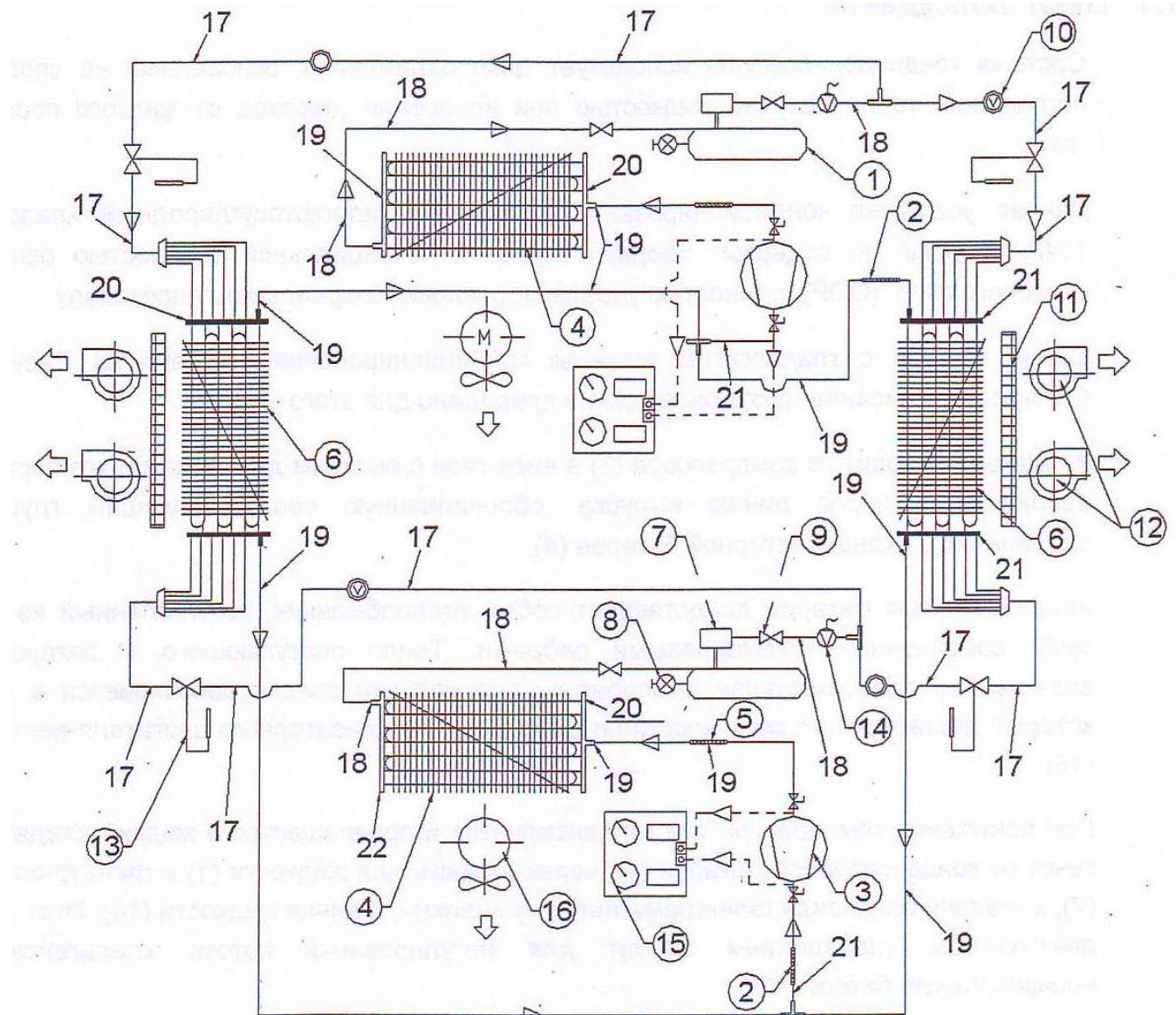


Рисунок 25.1 – Схема холодильного контура в раздельной установке кондиционирования

От клапана-соленоида линии жидкости хладагента направляется к визиру для жидкости с указателем влажности (10). Визир позволяет проверять содержание влаги в хладагенте, циркулирующем в системе, и при этом дает возможность обнаруживать низкий уровень хладагента или возможные помехи в линии жидкости. На это указывает наличие пузырьков в хладагенте, проходящем через визир.

От визира для жидкости с указателем влажности хладагент течет к испарительной батарее (6) через клапаны терmostатического расширения (J3).

Клапаны расширения имеют две функции:

1) Уменьшать давление хладагента до значений, нужных для осуществления фазового перехода (испарения) в испарительной батарее.

2) Регулировать количество хладагента, нужное для желаемого охлаждения воздуха, который приходит изнутри машины на эту батарею.

Клапан расширения распределяет хладагент внутри испарительной батареи (6) через тонкие трубы распределителя. Трубы распределителя обеспечивают равномерное распределение хладагента внутри испарительной батареи.

Испарительная батарея схожа по конструкции с конденсаторной батареей, но внутри ее происходит обратный процесс, а именно: входящий в батарею хладагент, регулируемый клапаном расширения, испытывает быстрое уменьшение давления, что вызывает его испарения.

Так как при испарении хладагент поглощает тепло из труб и ребер батареи, то воздух, проходящий по ним, охлаждается. Испарительные двигатели-вентиляторы (12) гонят этот воздух в салон.

Из испарителя холодные газы выходят с низким давлением по линии всасывания, оборудованной соответствующим глушителем вибраций (2), и направляются к компрессору (3), от которого текут к конденсаторной батарее (4), начиная новый цикл охлаждения.

Участок этого контура, который идет от выхода клапана расширения до клапана всасывания в компрессоре, называется стороной низкого давления, а участок, заключенный между выпускным клапаном в компрессоре и входом клапана расширения – стороной высокого давления.

Линии всасывания и выпуска каждого компрессора оборудованы глушителями вибраций (2) и (5) соответственно, которые уменьшают передачу шумов и вибраций через систему жестких труб.

Панель манометров (15) включает в себя служебные клапаны низкого и высокого давления для работ по обслуживанию, таких как откачка и заправка системы хладагентом, манометры для проверки рабочих давлений в установке кондиционирования, а также предохранительные регуляторы давления, которые действуют, когда давление хладагента выходит за пределы минимального (низкого) или максимального (высокого) давления, и предназначены для обеспечения безопасной работы компрессора и системы.

Распределение воздуха. Распределением воздуха внутри кондиционируемого

помещения определяется в высокой степени качество кондиционирования воздуха. Для однородности температуры в салоне необходимо чтобы распределение воздуха внутри салона было однородным.

Объем воздуха, который проходит через испарительные батареи – это результат смешивания внешнего воздуха, который входит в модуль конденсатор/испаритель через боковые решетки, оснащенные противодождевыми жалюзи для предотвращения попадания воды вовнутрь, и возвратного воздуха, который входит через нижнюю сторону из системы трубопроводов троллейбусной машины.

Практическая работа 26

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту вспомогательного компрессора.

Цель работы: Изучить технологию проведения ТО и принцип действия компрессорного агрегата подвижного состава.

Порядок выполнения:

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

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание и ремонт двигателя компрессора?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты двигателя компрессора? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация двигателя компрессора?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита двигателя компрессора в процессе работы? Каким образом она осуществляется?

Задание

По рисунку 26.1 рассмотрите технологию ремонта элементов компрессорного агрегата.

Учебный материал

Компрессорный агрегат типа VV120-T фирмы «Knorr-Bremse» предназначен для питания сжатым воздухом тормозных систем, пневматических устройств и приборов вагона, который подвешивается на раме вагона с применением опор в виде пружинных элементов. Пружинные элементы из стального троса представляют собой цельнометаллические конструкции. Подсоединение двигателя к компрессору осуществлено с помощью специальной муфты, защищенной промежуточным фланцем, не требующей обслуживания. Места опоры компрессора, подшипники шатуна и коленчатого вала выполнены в виде закрытых подшипников качения с перманентной смазкой.

Двигатель компрессора служит для вращения вала механического компрессора, который обеспечивает сжатым воздухом пневматическую сеть электропоезда.

В качестве привода компрессорного агрегата VV 120 используется электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением правого вращения типа GK 140 F 27.

Компрессор имеет двухступенчатый режим работы – с двумя цилиндрами на ступени низкого давления и с одним цилиндром на ступени высокого давления. В головке над каждым цилиндром размещаются комбинированные всасывающий и нагнетательный клапаны.

Схема работы мотор-компрессора Knorr-Bremse VV120-T представлена на рисунке 26.1.

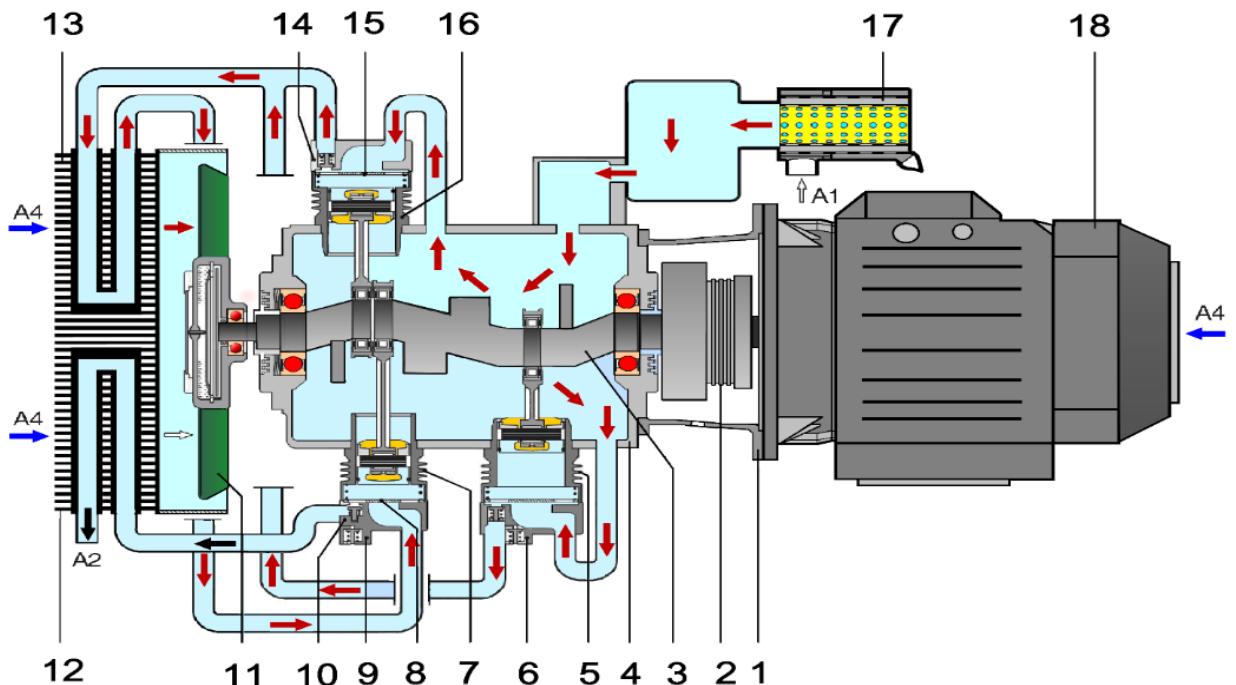


Рисунок 26.1 – Конструкция компрессора типа VV 120

1 – промежуточный клапан; 2 – муфта; 3 – коленчатый вал; 4 – картер; 5 – цилиндр низкого давления; 6 – защитный клапан; 7 – цилиндр высокого давления; 8 – всасывающий клапан; 9 – защитный клапан; 10 – напорный клапан; 11 – вентилятор; 12 – дополнительный охладитель; 13 – промежуточный охладитель; 14 – напорный клапан; 15 – всасывающий клапан; 16 – цилиндр высокого давления; 17 – сухой воздушный фильтр; 18 – электродвигатель.

А-1 – Вход воздуха; А-2 – отверстие для выпуска воздуха; А-4 – охлаждающий воздух.

Воздух, всасываемый цилиндрами низкого давления и очищаемый сухими воздухоочистителями, после сжатия поступает в промежуточный охладитель. После интенсивного обратного охлаждения воздух подается в цилиндр высокого давления для дальнейшего сжатия до достижения конечного давления. В дополнительном охладителе сжатый воздух охлаждается до температуры, допустимой для воздушных сушильных установок. Клапаны оснащены упругими самонаводящимися клапанными пластинами.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 27

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту коммутационных аппаратов.

Цель работы: Изучить технологию проведения ТО и неисправности электромагнитного контактора.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста с рисунком 27.1.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание и ремонт электромагнитного контактора?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты электромагнитного контактора? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация этого контактора?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита электромагнитного контактора в процессе работы? Каким образом она осуществляется?

Задание

По рисунку 27.1 рассмотрите технологию ремонта элементов электромагнитного контактора.

Учебный материал

Конструкция контакторов моноблочная (Рисунок 27.1). Все элементы конструкции собираются на скобе магнитопровода. Двухполюсные контакторы представляют собой два однополюсных контактора, установленные на одной скобе магнитопровода, якоря которых насажены на одну общую ось.



Рисунок 23 – Электромагнитный контактор

Основные элементы контактора – две изолированные стойки, электромагнитный привод, контактная система, дугогасительная система и блокировочное устройство.

Электромагнитный привод имеет ярмо-основание с круглым сердечником, на котором закреплена включающая катушка. Между стенками ярма шарнирно закреплен якорь с противовесом. На якоре закреплена диамагнитная прокладка. Она исключает залипание якоря при выключении контактора.

Контактная система расположена на изолированных стойках. На стойке закреплен кронштейн неподвижного контакта. На нем закреплен неподвижный контакт, кронштейн имеет выемку под дугогасительную катушку и верхнюю изогнутую часть, которая является дугогасительным рогом. Стойка имеет две стенки. Вверху между ними закреплен кронштейн подвижного контакта. Подвижный контакт с держателем и притирающей пружиной расположен на изоляционном рычаге, закрепленном на якоре. Подвижный контакт при помощи гибкого, медного шунта соединён с кронштейном. Между хвостовиком рычага и перегородкой, закрепленной между стенками стойки, установлена выключающая пружина.

Блокировочное устройство. При необходимости контактор дополняется блокировочным устройством. Подвижные контакты мостикового типа с притирающими пружинами закреплены на кронштейне якоря, а неподвижные –

между стенками стойки.

Дугогасительное устройство состоит из катушки и дугогасительной камеры. Катушка, в зависимости от типа контактора, наматывается из изолированного провода круглого или прямоугольного сечения и определенного количества витков. По этой причине контакторы не являются взаимозаменяемыми. Катушка имеет стальной сердечник, изолированный от катушки мikanитовой втулкой, стальные полюсы с фибрзовыми шайбами. Камера трехщелевая, горизонтального типа с пружинной защелкой. Дугогасительный рог камеры расположен со стороны подвижного контакта и соприкасается с ним. Камера с двух сторон имеет стальные полюсы.

Дугогасительные камеры контакторов имеют деионные решетки.

Зарядным контактором управляет блок управления тяговым приводом. При замыкании силовых контактов в силовой схеме быстродействующего выключателя начинается процесс заряда конденсатора сетевого фильтра. Нормально разомкнутые силовые контакты контактора на короткое время замыкаются, подключая конденсатор к напряжению 750 В через резистор заряда конденсатора R_s . После того, как конденсатор зарядился, замыкаются контакты линейного контактора, шунтируя контакты зарядного контактора и сопротивления R_z , что приводит к отключению зарядного контактора и тяговый инвертор получает питание через линейный контактор. Таким образом, зарядный контактор замыкается под нагрузкой и размыкается без нагрузки, когда зарядный резистор и контактор зашунтированы контактами линейного контактора.

Практическая работа 28

Наименование: Выполнение заданий по ТО и ремонту систем безопасности.

Цель работы: Изучить технологию проведения ТО и вероятные неисправности системы безопасности.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, сопоставляя содержание текста со схемами на рисунке 28.1.

2. Устно ответьте на контрольные вопросы:

2.1 С какой целью на подвижном составе проводится обслуживание и ремонт системы безопасности?

2.2 Какой инструмент и приспособления используются при проведении ремонтных работ? Какие виды ремонта проводятся?

2.3 Имеются ли дефекты элементов системы безопасности? Если да, то какого характера?

2.4 Чем обеспечивается надежная эксплуатация системы безопасности?

2.5 От какого аварийного режима работы предусмотрена защита системы безопасности в процессе работы? Каким образом она осуществляется?

Задание

По рисунку 28.1 рассмотрите технологию ремонта элементов системы безопасности подвижного состава.

Учебный материал

Блоки системы безопасности «Движение» размещаются на вагонах модели 81-553.3 и их модификаций в соответствии с общим сборочным чертежом и монтажной схемой. Оборудование системы управления, безопасности и технической диагностики электроподвижного состава метрополитена «Движение» представлено на рисунке 28.1.

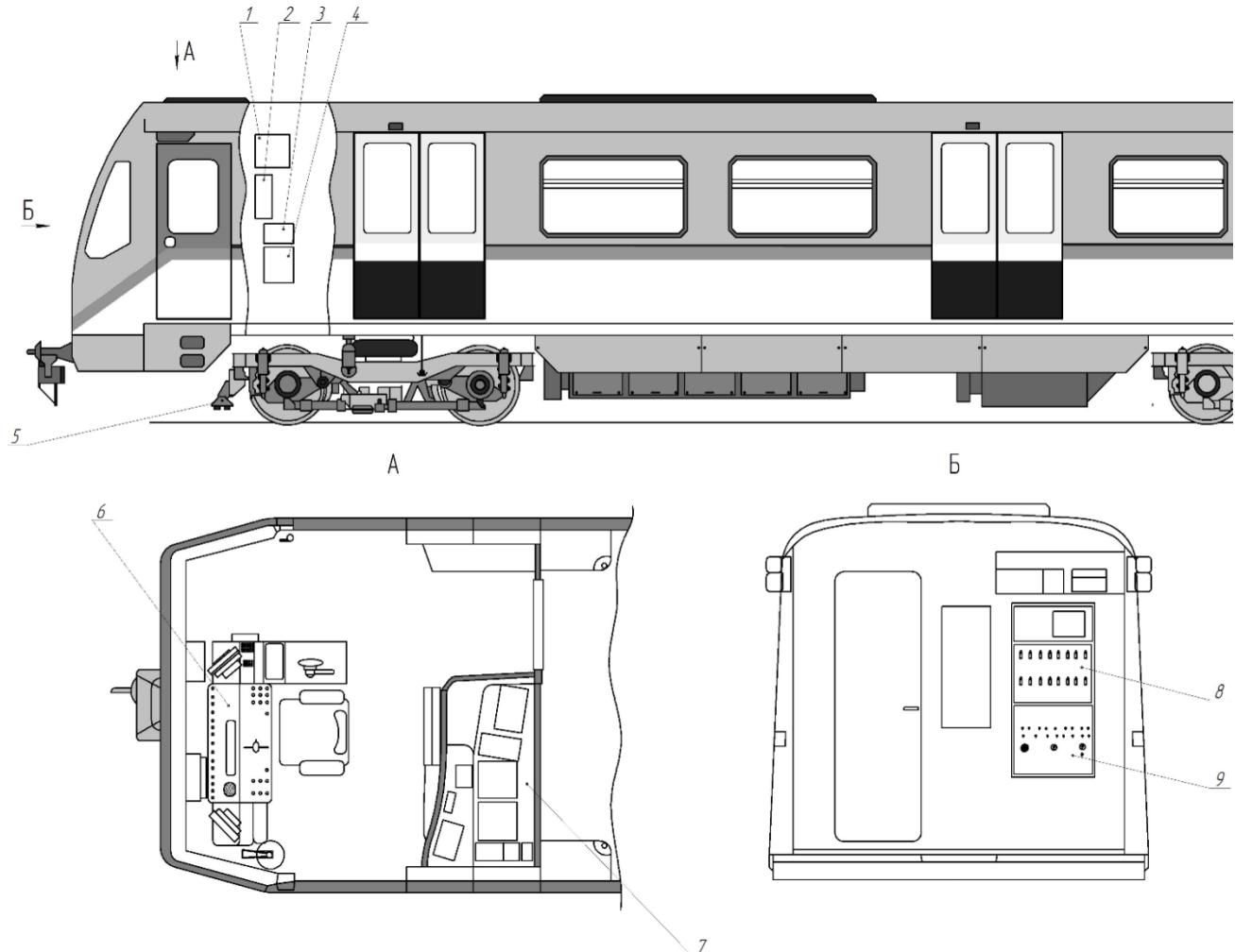


Рисунок 28.1 – Схема размещения оборудования системы «Движение»

Пульт управления (6) расположен в кабине машиниста, а оборудование установлено в аппаратном отсеке головного вагона за спиной машиниста. Также за спиной машиниста расположены панель поездной защиты (ППЗ) (8) и вспомогательный пульт управления (ВПУ) (9).

На пульте управления расположены основной терминал машиниста, пульт аварийного управления, пульт основного управления, блок индикации, резервный терминал машиниста, блок управления цифровым информационным комплексом.

В аппаратном отсеке расположены блоки: бортовой компьютер центрального управления (БКЦУ), блок управления поездом, прибор вагонного контроллера, блок управления электропневматическим клапаном (БУ ЭПК), блок АРС, панель вагонной защиты, измеритель скорости (ИС).

Монтаж блоков производится по конструкции на вагон и поезд. Исходными документами являются руководства по эксплуатации на входящие блоки.

Внутренние связи системы безопасности «Движение» отвечают требованиям стандартных интерфейсов для локальных распределенных вычислительных систем. Для связи БУП с блоками ПВК по поездной шине используется последовательная линия связи (поездная магистраль).

К характеристикам канального уровня относятся: структура информационных сообщений, способ адресации и число формирующих адресов сообщений, способ управления обменом, порядок установки логических связей между модулями и режим обмена.

Для связи БУП с блоками ПВК и системой индикации используется последовательная линия связи. Для связи блока БУП с блоком БВС используется интерфейс.

Блок БВС связан последовательной линией связи с блоком индикации, который принимает и передает сигналы управления в блок тормоза безопасности. Он имеет индуктивную связь с рельсовой линией для определения величины допустимой скорости движения.

Для включения системы безопасности «Движение» и подготовки ее к работе необходимо осуществить ввод пароля и произвести начальную установку количества вагонов, заводских номеров вагонов, диаметра бандажа колёсной пары и ряда вспомогательной информации.

При правильном вводе пароля и задании параметров блок БУП осуществляет инициализацию системы, при которой проводится идентификация вагонов (присвоение порядковых номеров блокам ПВК). Кроме этого, осуществляется проверка исправности всех блоков системы.

При успешном завершении данной операции ведущий БУП высвечивает на основном терминале машиниста схематичную картинку ОПУ и ВПУ, при помощи которой осуществляется тестирование приема сигналов с органов управления машиниста блоком БУП и блоком БВС. После успешной проверки основного и вспомогательного ПУ блок БУП осуществляет переход к штатному режиму.

В штатном режиме управления система выполняет следующие функции:

- автоматическое регулирование скорости и обеспечение безопасности

движения;

- техническую и функциональную диагностику вагонного оборудования и устройств вагона;
- управление блоками управления тяговым приводом, вагонным оборудованием и электро-пневматическими тормозами – вентилями замещения.