

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

С.А. Книга

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава
(Локомотивы)

МДК.01.04. Моторвагонный подвижной состав

Тема 4.1. Моторвагонный подвижной состав

Специальность 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава
железных дорог

Тихорецк
2015

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
Учебной работе
Н.Ю. Шитикова

01 / 09 2015 г.

Учебное пособие разработано на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (Локомотивы) МДК.01.04 Моторвагонный подвижной состав, для получения теоретических знаний в процессе подготовки по специальности среднего профессионального образования 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог.

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

Разработчик:

С.А. Книга – преподаватель ТТЖТ – филиал РГУПС

Рекомендовано цикловой комиссией №9 «Специальности 23.02.06».

Протокол заседания №1 от «01» Сентября 2015г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Общие сведения	4
Механическое оборудование	6
Тяговые двигатели	40
Вспомогательные машины	47
Тяговые трансформаторы, реакторы	54
Выпрямительные установки	60
Электрические аппараты силовых и вспомогательных цепей	63
Аппараты защиты	92
Тормозное оборудование	103
Измерительные приборы, расположение оборудования	108
Библиографический список	117

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие разработано на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (Локомотивы), для получения теоретических знаний в процессе подготовки по специальности среднего профессионального образования 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог.

Рабочая учебная программа профессионального модуля Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (Локомотивы) (базовой подготовки) утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2014 г. № 388.

Учебное пособие может быть использовано в дополнительном профессиональном образовании и профессиональной подготовке по профессии:

16887 Помощник машиниста электропоезда;

18507 Слесарь по осмотру и ремонту локомотивов на пунктах технического обслуживания;

18540 Слесарь по ремонту подвижного состава.

После изучения теоретического материала темы 4.1. Моторвагонный подвижной состав профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава (Локомотивы) МДК.01.04 Моторвагонный подвижной состав студент должен знать: конструкцию, принцип действия и технические характеристики оборудования подвижного состава; нормативные документы по обеспечению безопасности движения поездов; систему технического обслуживания и ремонта подвижного состава.

Преподавание дисциплины имеет практическую направленность и проводится во взаимосвязи с МДК.01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, МДК.01.02 Эксплуатация подвижного состава и обеспечение безопасности движения поездов.

Тема 4.1. Моторвагонный подвижной состав охватывает следующие вопросы: «Механическое оборудование», «Тяговые двигатели», «Вспомогательные машины», «Тяговые трансформаторы, реакторы», «Выпрямительные установки», «Электрические аппараты силовых и вспомогательных цепей», «Аппараты защиты», «Тормозное оборудование», «Измерительные приборы, расположение оборудования».

В учебном пособии приведено описание конструкции, принцип действия и основные характеристики механического, электрического и пневматического оборудования электропоездов переменного тока, рассмотрены электрические схемы силовых цепей, вспомогательных и цепей моторных и прицепных вагонов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для перевозки пассажиров на линиях пригородного сообщения предназначены электропоезда постоянного и переменного тока.

Главная особенность электропоездов переменного тока по сравнению с поездами постоянного тока заключается в применении на каждом моторном вагоне полупроводниковой выпрямительной установки, преобразующей однофазный переменный ток промышленной частоты в постоянный. Это позволяет на электропоездах переменного тока ЭР9М и ЭР9Е применять обычные коллекторные тяговые двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением, имеющие оптимальные для моторвагонной тяги характеристики. Напряжение 25 кВ подается на первичную обмотку тяговых понижающих трансформаторов, расположенных на каждом моторном вагоне. Трансформаторы уменьшают напряжение контактной сети до величины, наиболее выгодной для работы тяговых двигателей. Это позволяет регулировать напряжение, подводимое к двигателям.

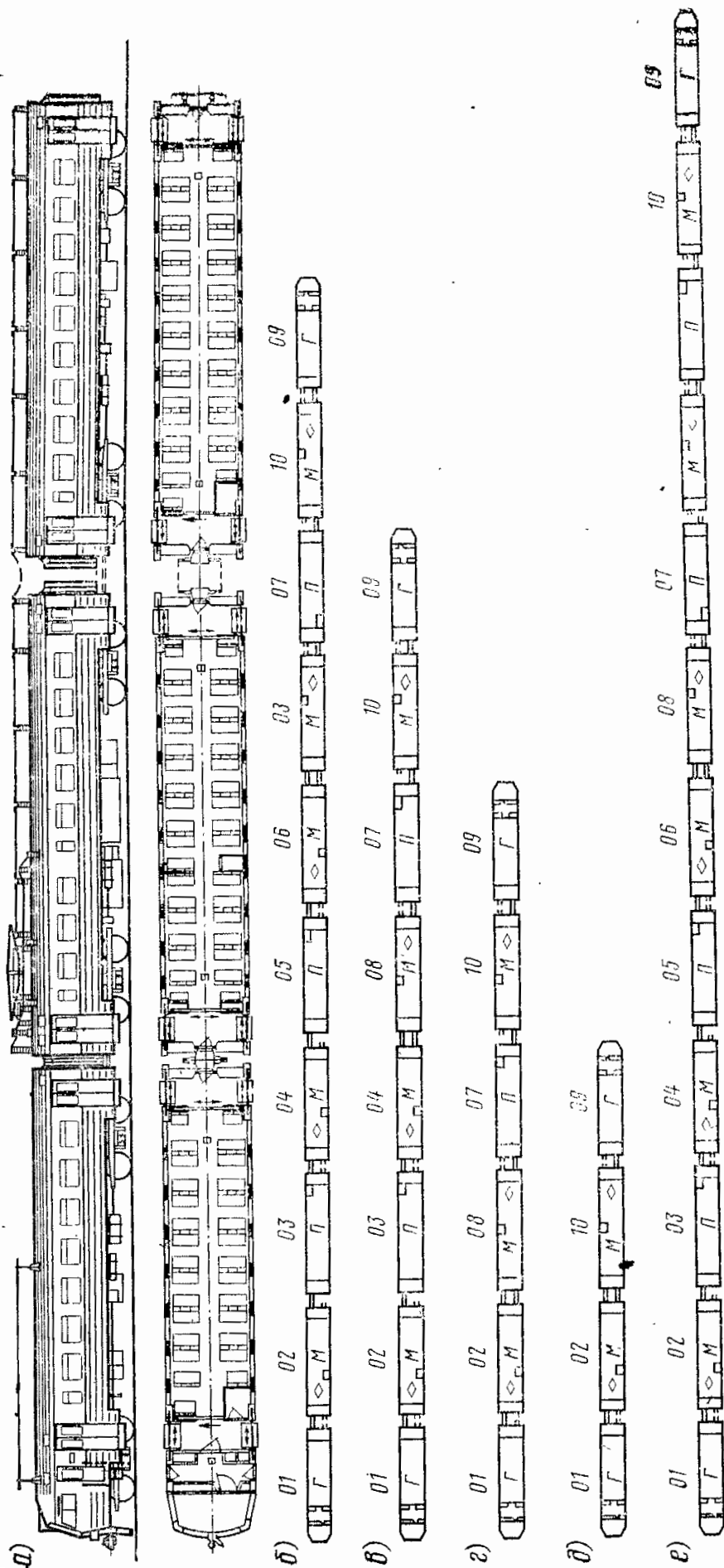
Управляемые кремниевые вентили (тиристоры) открыли перспективу дальнейшего совершенствования электроподвижного состава переменного тока: создание электросекций с бесколлекторными тяговыми двигателями, реостатным и рекуперативным торможением, с более совершенными системами управления.

Механическая часть вагонов электропоездов ЭР9 всех модификаций унифицирована с вагонами электропоезда ЭР2 постоянного тока. Дополнительное электрооборудование электропоездов переменного тока обусловило изменение конструкции вагона.

Электропоезда с подвагонным расположением выпрямительной установки получили название ЭР9П. Подвагонное расположение установки позволило упростить электрическую схему и конструкцию ряда узлов оборудования, повысить удобство обслуживания и ремонта. Дальнейшее совершенствование электропоездов переменного тока шло в направлении упрощения схем, электрического оборудования и повышения их надежности. За счет применения полупроводниковых кремниевых вентилей высокого класса удалось резко снизить их число в выпрямительной установке – с 216 до 144 шт. В дальнейшем при применении лавинных вентилей их число уменьшилось до 84 шт., а при применении на ЭР9Е таблеточных вентилей – до 60 шт.

Пригородные электропоезда формируют из моторных, головных и прицепных вагонов. На моторных вагонах установлены четыре тяговых двигателя, тяговый понижающий трансформатор и необходимая для их работы аппаратура. Прицепные вагоны приспособлены для работы с моторными вагонами и имеют вспомогательное оборудование, а головные – кабины управления электропоездом.

Электропоезда ЭР9М и ЭР9Е состоят из пяти моторных, трех прицепных и двух прицепных головных вагонов с кабинами управления электропоездом. Обычно в схеме поезда приняты следующие обозначения: моторный вагон – М, прицепной – П, прицепной головной – Пг. Электропоезд имеет схему: Пг – М – П – М – М – П – М – П – М – Пг или 5М + 3П + 2Пг. Можно эксплуатировать четырехвагонные электропоезда по схеме: Пг – М – М – Пг, шестивагонные – Пг – М – М – П – М – Пг; восьми, десяти и две надцативагонные – в зависимости от пассажиропотока.



== — соединение низковольтной цепи == — соединение высоковольтной цепи

Рис. 1. Планировка вагонов (а) и схемы формирования электропоезда (б, в, г, д, е)

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Механическое оборудование электропоезда включает в себя кузов, рамы тележек, рессорное подвешивание, колесные пары с буксами, тяговую зубчатую передачу, сцепные приборы и тормозную рычажную передачу. Кузова вагонов имеют оболочковую несущую конструкцию. Они выполняются из металла и воспринимают все действующие на вагон нагрузки. В кузовах размещены пассажирские салоны, кабины управления и шкафы с аппаратурой. В салонах установлены диваны для пассажиров и другое оборудование, создающее комфорт пассажирам.

В шкафах расположены аппаратура управления освещением, отоплением, вентиляции и частично аппаратура системы управления тяговыми двигателями и вспомогательными машинами. Под кузовом размещены аппараты силовых цепей, вспомогательные машины и тормозные приборы. Кузов каждого вагона опирается на две двухосные тележки. Тележки предназначены для: передачи тяговых и тормозных усилий на раму кузова через шкворневые устройства; обеспечения плавного хода вагона путем гашения вертикальных и горизонтальных колебаний от стыков и неровностей пути, от центробежных сил при движении в кривых; сохранения вертикального положения кузова путем создания возвращающих сил и, наконец, для обеспечения более легкого вписывания колесных пар на кривых участках пути.

Кузов вагона шарнирно соединен с тележкой посредством шкворневого устройства. При прохождении вагоном кривого участка пути тележка поворачивается в горизонтальной плоскости, при этом оси колесных пар устанавливаются по радиусу кривой, что уменьшает угол на бегания колес на рельс и, следовательно, уменьшает износ колеса и головки рельсов.

Тележки расположены по концам вагона на одинаковом расстоянии от его середины. Расстояние между опорами кузова называют базой вагона. Тележки моторных и прицепных вагонов состоят из рам, колесных пар с буксами, рессорного подвешивания и тормозной рычажной передачи с тормозными башмаками и колодками.

Тележки электропоездов ЭР9М и ЭР9Е имеют цельносварные рамы и двойное рессорное подвешивание. В отличие от тележек прицепных вагонов тележки моторных вагонов имеют тяговые двигатели и зубчатые передачи от двигателей к колесным парам.

Тяговые двигатели и редукторы зубчатой передачи подвешены к поперечным балкам рам тележек, а к продольным балкам рамы крепят тормозные цилиндры с деталями рычажной передачи.

В центральном подвешивании тележек (рисунок 2) установлены четыре комплекта двухрядных винтовых цилиндрических пружин и гидравлические амортизаторы. Тележки КВЗ-ЦНИИ прицепных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е (рисунок 3) двухосные, бесчелюстные, с двойным рессорным подвешиванием. Передняя тележка головного вагона дополнительно оборудована устройствами автоматической локомотивной сигнализации и приводом регистрирующего скоростемера.

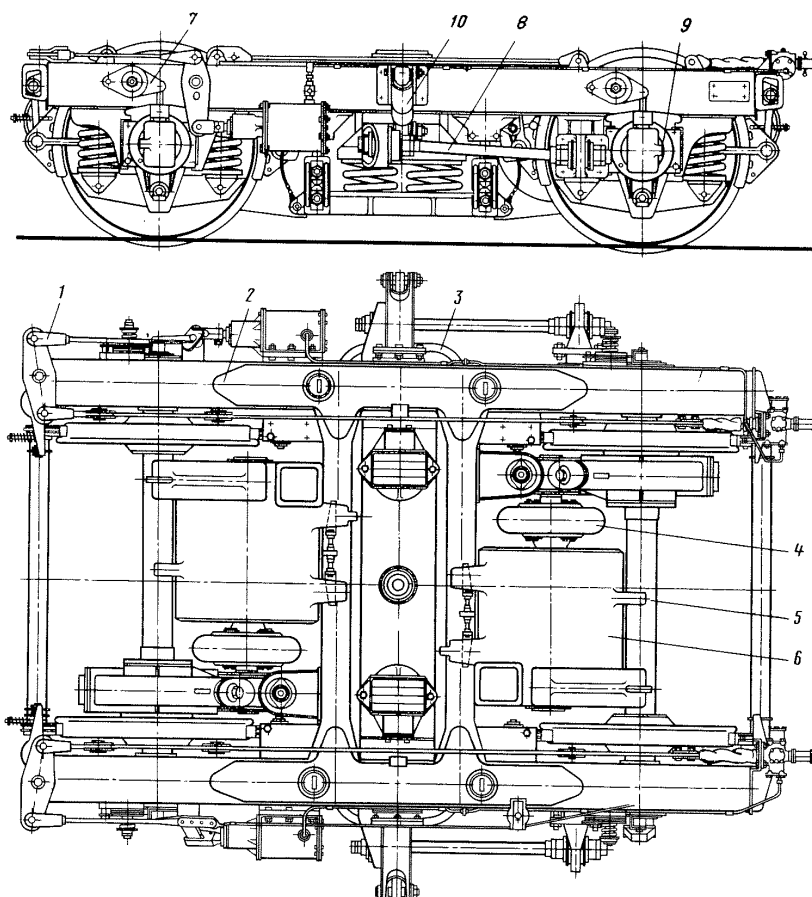


Рисунок 2. Тележка моторного вагона электропоездов ЭР9М и ЭР9Е:
1—тормозная рычажная передача; 2—рама; 3—центральное подвешивание; 4—упругая муфта; 5—колесная пара с редуктором; 6—тяговый двигатель; 7—фрикционный гаситель колебаний; 8—поводок; 9—буксовый узел; 10—гидравлический амортизатор

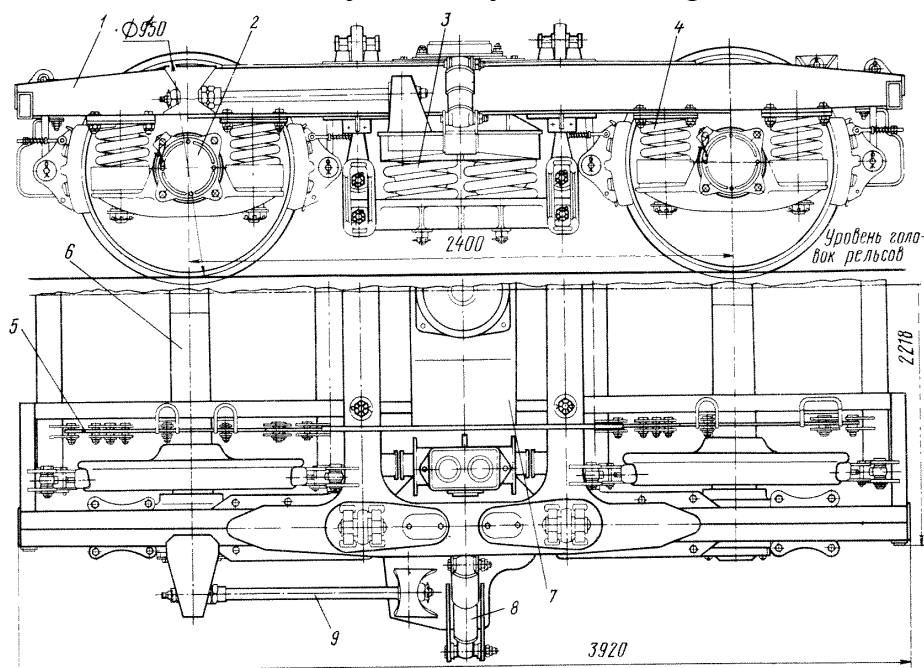


Рисунок 3. Тележка прицепного вагона электропоездов ЭР9М и ЭР9Е:
1—рама; 2—букса; 3—рессорное подвешивание; 4—пружинный комплект; 5—тормозная рычажная передача; 6—колесная пара; 7—надрессорный брус; 8—гидравлический амортизатор; 9—поводок

Рама тележки

Рамы тележек служат для восприятия через центральное подвешивание вертикальной нагрузки от веса кузова и передачи ее на колесные пары, а также для передачи на раму кузова тяговых и тормозных усилий, развиваемых колесными парами. Рамы тележек моторных вагонов ЭР9М и ЭР9Е челюстного типа, штампованные и имеют в плане Н-образную форму. Они состоят из двух продольных балок 6 (рисунок 4) и соединяющих их двух средних поперечных балок 14.

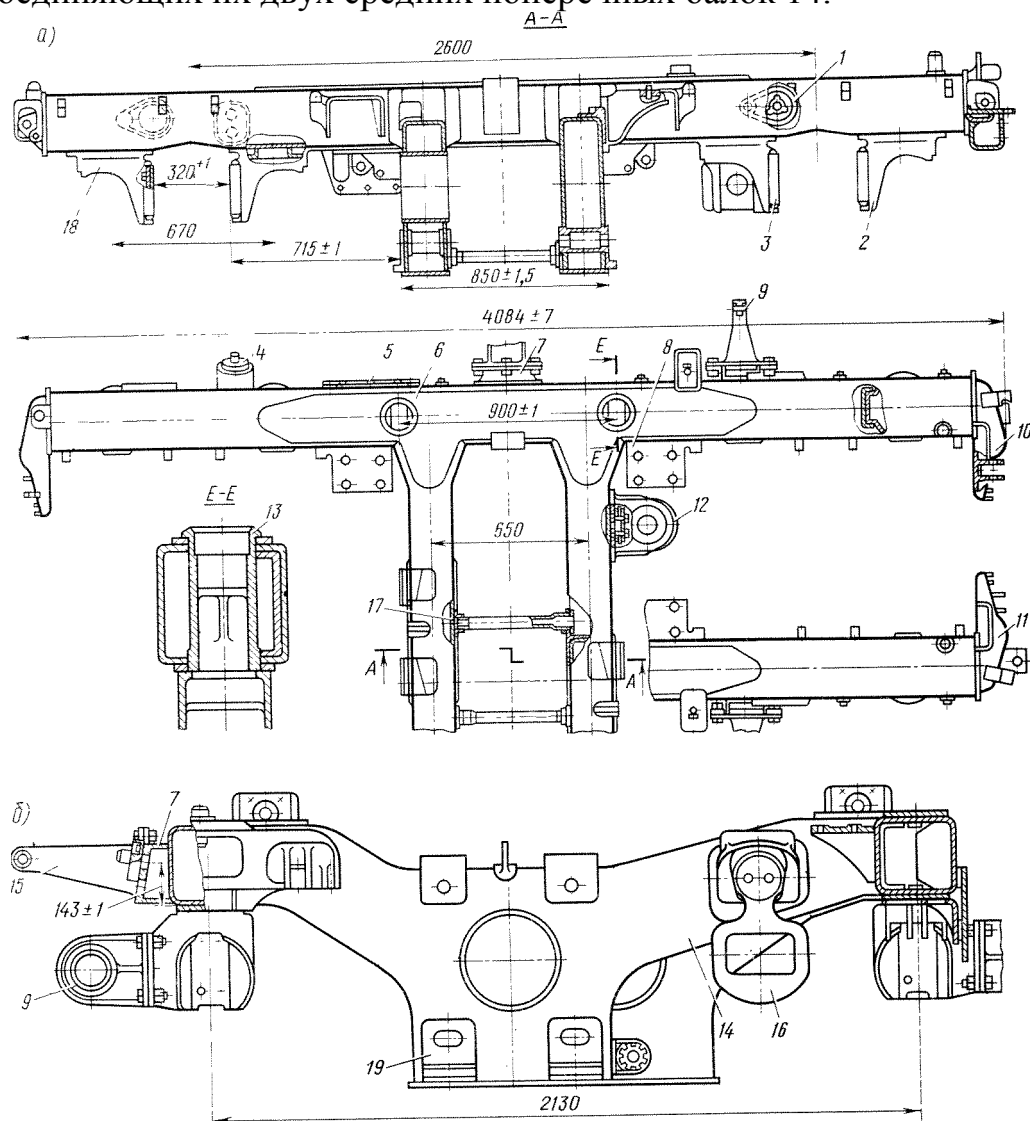


Рисунок 4. Рама тележки моторного вагона.

Продольные балки рам моторных вагонов сварены из двух штампованных профилей швеллер образного сечения и усилены вваренными внутрь диафрагмами из стального листа, соединяющими между собой оба профиля. Стыки продольных балок с поперечными усилены сверху и снизу накладками из стального листа. В местах расположения букс колесных пар в нижней части продольных балок сделана выемка для увеличения зазора между корпусом буксы и продольной балкой. Выемка перекрыта накладкой, штампованной из стального листа. По обе стороны каждой выемки к нижним накладкам продольной балки приварены литые из стали буксовые направляющие 2 и 18. Они имеют отверстия для направляющих буксовых пружин. К

буксовым направляющим специальными болтами прикреплены наличники 3 из антифрикционного чугуна. Расстояние между осями буксовых проемов 2600 мм.

В средней части продольных балок против мест приварки поперечных балок сварены стальные литые гильзы 13, соединяющие верхнюю и нижнюю стенки продольной балки. В гильзах расположены опоры для крепления на валиках подвесок рессорного подвешивания. Для установки кронштейнов подвесок тормозных башмаков и тормозной траверсы по концам продольных балок рам тележек приварены стальные литые концевые балки 10, 11. К продольным балкам приварены опорные кронштейны – плиты 5 для крепления двух тормозных цилиндров и кронштейнов подвески тормозной рычажной передачи, а также ряд деталей для крепления фрикционного и гидравлического гасителей колебаний и продольных поводков.

Поперечные балки коробчатого сечения. Для создания большой прочности у поперечных балок рам тележек в нижней части установлены съемные распорки 17. Средняя часть балки увеличена по высоте, так как к ней подвешивают тяговый двигатель. В нижнюю часть балки сварены литые опоры 19 для двигателя.

На одной вертикали с опорами к верхней плоскости приварены упоры для клиньев крепления опорных кронштейнов двигателя, а к передней боковине – подкладки, к которым прижимается верхняя часть остова двигателя при затяжке клиньев. С правой стороны от опор двигателя к поперечной балке приварен стальной литой кронштейн 12 подвески редуктора тягового привода.

Рамы тележек КВЗ-ЦНИИ (рисунок 5) прицепных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е состоят из двух продольных и двух поперечных балок и элементов для подвески деталей тормозной рычажной передачи. Расстояние между осями колесных пар 2400 мм.

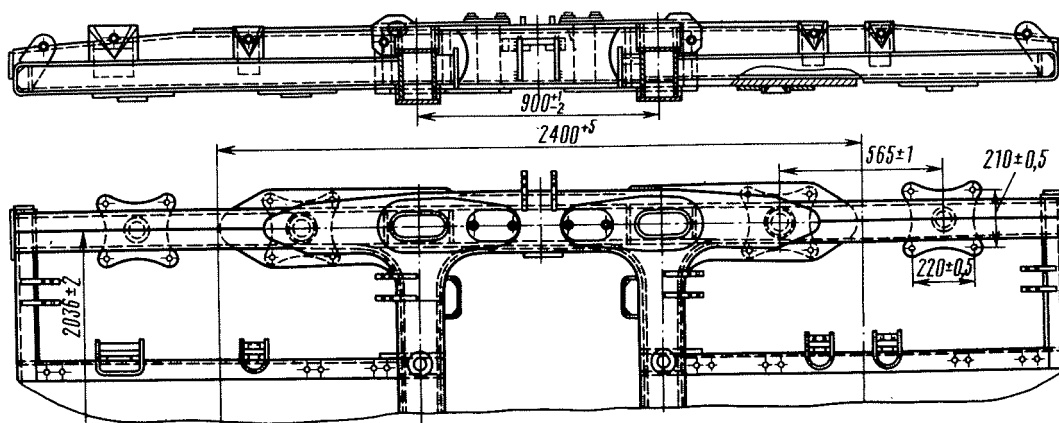


Рисунок 5. Рама тележки прицепного вагона электропоездов ЭР9М и ЭР9Е

Продольные балки сварены из двух швеллеров и усилены сверху и снизу накладками из листовой стали. К концам продольных балок приварены фигурные фланцы, к которым болтами прикреплены шпинтоны, центрирующие положение пружин над буксового подвешивания, и короткие стальные балочки, предназначенные для крепления кронштейнов подвески тормозных башмаков и предохранительных устройств. К продольным балкам приварены также кронштейны гидравлических гасителей колебаний и кронштейны для присоединения продольных поводков. Поперечные балки коробчатого сечения сварены из листовой стали. К поперечным балкам приварены боковые скользуны центрального подвешивания.

К рамам тележек головных вагонов со стороны кабины машиниста крепят горизонтальные брусья 3 (рисунок 6). Горизонтальный брус через вертикальные подвески 1, прикреплен на болтах к концам продольных балок рамы тележки. К брусу 3 подвешены с помощью косынок и угольников приемные катушки 7 автоматической локомотивной сигнализации. С левой стороны бруса на кронштейне установлена 8 клеммная коробка 5 для соединения проводов. К вертикальным подвескам 1 прикреплены стальные бесшовные трубы для прокладки кондуита проводов. Горизонтальный брус вместе с приемными катушками предохранен от падения на путь стальными канатами.

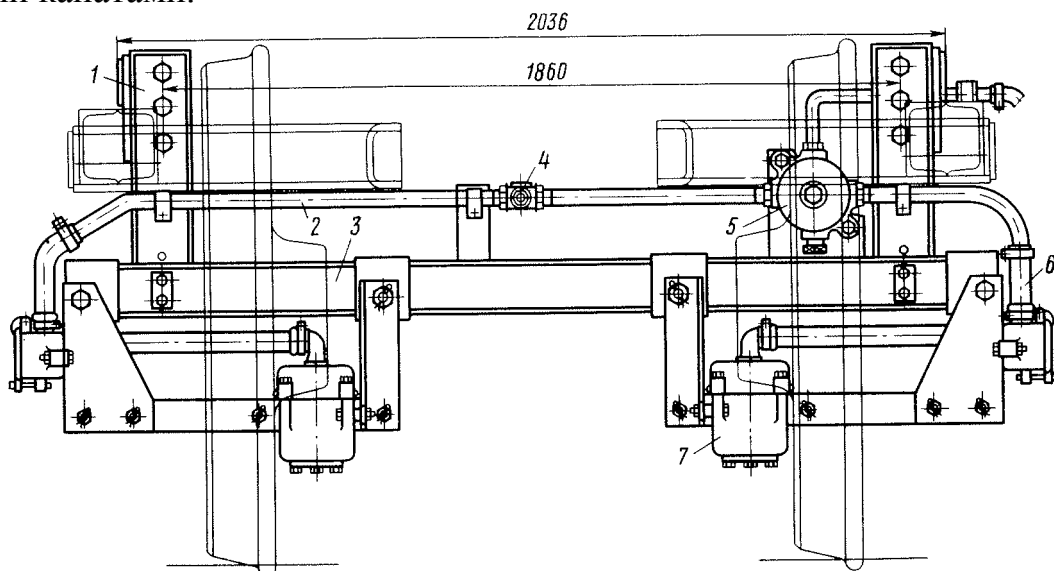


Рисунок 6. Установка приемных катушек локомотивной сигнализации
Рессорное подвешивание

Рессорное подвешивание предназначено для упругой передачи веса кузова вагона на тележки, для амортизации и частичного гашения вертикальных и горизонтальных толчков и колебаний, вызываемых неровностями пути (стыки рельсов, стрелочные переводы и т. п.), и для возвращения кузова в нормальное положение после выхода из кривой.

На прицепных и моторных вагонах электропоездов ЭР9М и ЭР9Е применено двойное рессорное подвешивание (рисунок 7), состоящее из двух ступеней – буксового подвешивания и центрального, работающих последовательно.

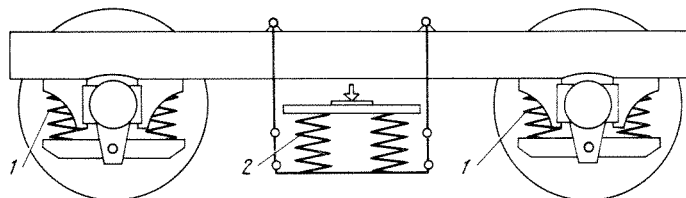


Рисунок 7. Схема двойного рессорного подвешивания тележки моторного вагона

Буксовое подвешивание является первой ступенью рессорного подвешивания тележек и служит для восприятия нагрузки от веса кузова, передаваемого через центральное подвешивание на раму тележки. Буксовое рессорное подвешивание моторных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е одинаковой конструкции и состоит из стального литого корпуса буксы 4 (рисунок 8), имеющего внизу прилив в виде хо-

мута, через который проходит стальной балансир 3 с укрепленными на его концах опорными стаканами 9.

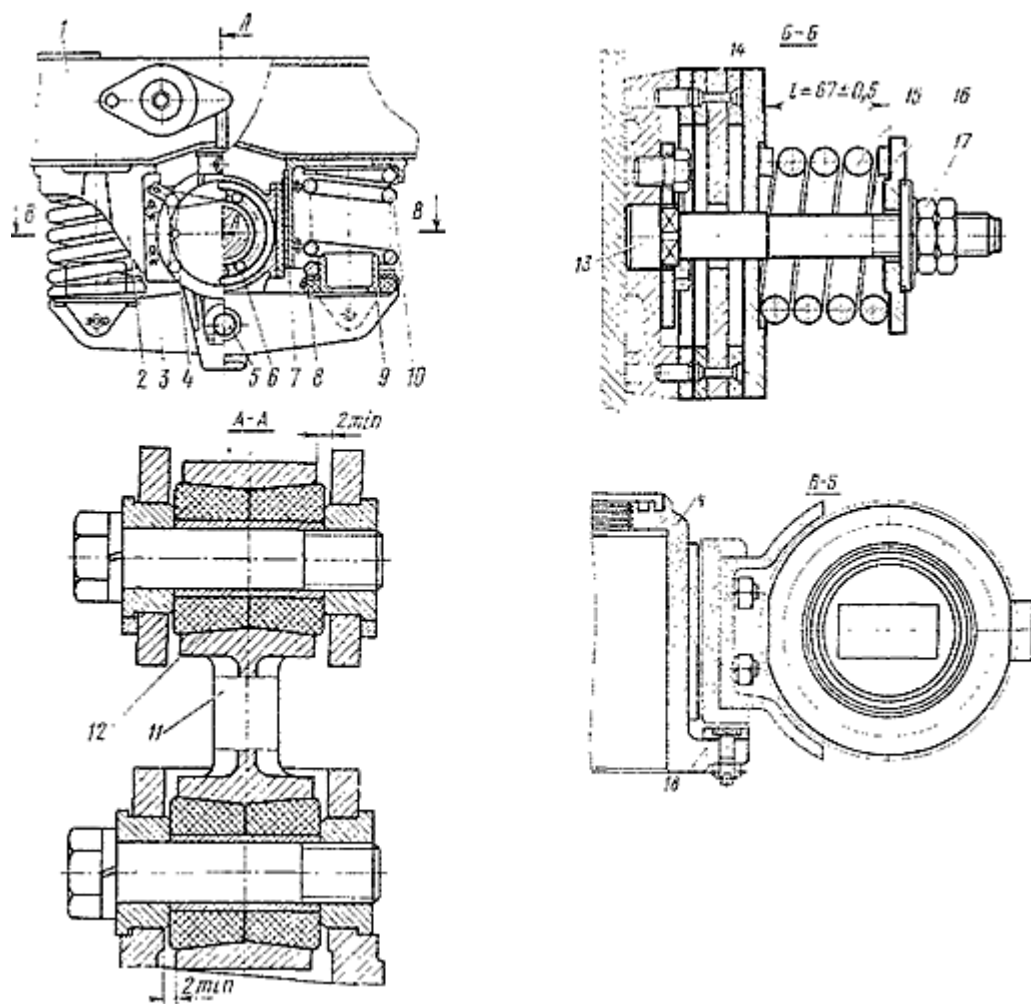


Рисунок 8. Буксовое рессорное подвешивание тележки моторного вагона

Балансир с корпусом буксы соединен валиком 5. Для уменьшения износа между валиком 5 и корпусом буксы запрессованы сменные цементированные стальные втулки. Цилиндрические пружины 10 опираются на стаканы 9 балансира. Под пружинами расположены резиновые амортизаторы 8, которые устраняют металлический контакт между пружинами и опорными стаканами балансира и снижают шум от ударов колес на стыках и неровностях пути во время движения.

Для предотвращения износа резины от контакта с торцом пружины на амортизатор уложено металлическое кольцо.

На верхние концы пружин опирается рама тележки, для чего в буксовых направляющих имеются чашки. Дно чашки опирается на верхний конец пружины через стальную прокладку, которая предохраняет дно чашки от чрезмерного износа.

В буксовом узле предусмотрен фрикционный гаситель, который служит для гашения вертикальных колебаний. Он состоит из оси 13, укрепленной на неподвижном основании, которое приварено к наружной стороне продольной балки 1 рамы тележки. На ось установлен поворотный рычаг 14, армированный с двух сторон фрикционными дисками. Поворотный рычаг зажат между неподвижной шайбой и крышкой с помощью пружины 15. Усилие пружины, регулируемое гайкой, контролируют по расстоянию 1 между крышкой и фигурной шайбой.

Рычаг поводком 11 шарнирно соединен с крышкой буксы. В местах соединения поводка установлены резиновые втулки, допускающие перекося поводка.

Под головные и прицепные вагоны электропоездов ЭР9М и ЭР9Е подкатывают тележки типа КВЗ-ЦНИИ. Буксовое подвешивание этих тележек бесчелюстное и одинаково для электропоездов всех типов.

К опорным плитам продольных балок рамы тележки четырьмя болтами крепятся стальные литые шпинтоны 1 (рисунок 9). Они служат направляющими для буксовых пружин 2, на которые опирается рама тележки. Нижние концы пружин опираются через стальные прокладки 4 на резиновые амортизаторы 6.

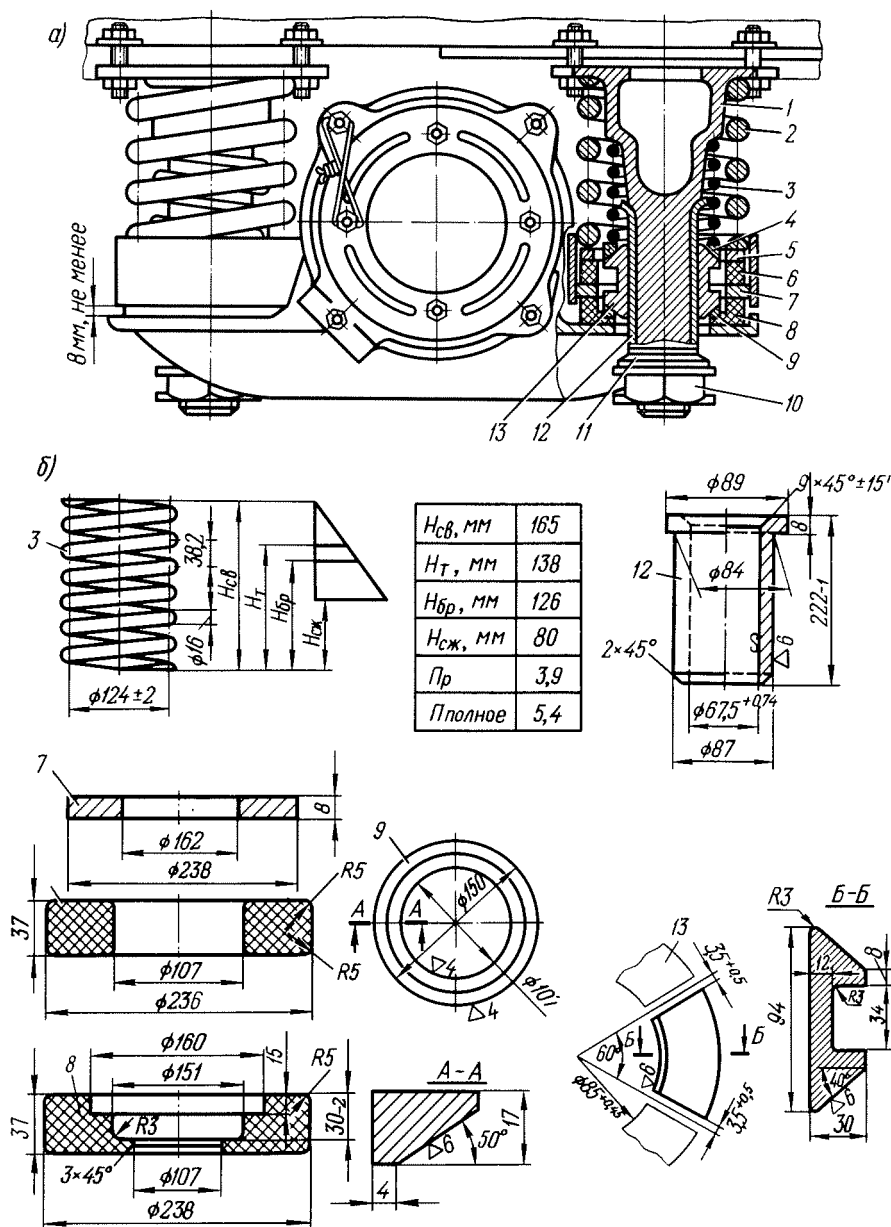


Рисунок 9. Буксовое рессорное подвешивание тележки прицепного вагона

Стальные прокладки предохраняют резиновые амортизаторы от износа. Резиновые амортизаторы положены в чашки литых крыльев корпуса буксы и закрыты опорным кольцом 7. Нижние концы шпинтонов 1 проходят сквозь отверстия в крыльях буксы и оканчиваются резьбой, на которую навинчена корончатая гайка 10. На гайку положена тарельчатая пружина 11, упирающаяся в торец втулки 12.

В буксовом подвешивании применяют конструкцию фрикционного амортизатора, которая проста и почти не требует ухода и регулировки во время эксплуатации. Элементами, создающими трение в амортизаторе, являются шесть стальных сухарей 13, расположенных по окружности. Внутренняя поверхность сухарей охватывает стальную закаленную втулку 12, напрессованную на стержень шпинтона 1. Сухари 13 расположены между двумя стальными коническими кольцами 4 и 9. Верхнее кольцо 4 постоянно прижимается сверху пружиной 3, упирающейся в основание утолщенной части шпинтона. Нижнее кольцо 9 опирается на уступ в отверстии нижнего резинового амортизатора 8. Благодаря двойному конусу сухарей и колец давление пружины создает усилие, прижимающее сухари 13 к втулке 12 шпинтона.

Центральное подвешивание тележек моторных и прицепных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е основано на принципе люлечного подвешивания (рисунок 10, а). Оно представляет собой шарнирную систему («люльку»), состоящую из поддона 1, который с помощью серьги 2 и подвесок 3 связан с продольной балкой рамы тележки 4. На поддон через комплект пружин 7 опирается над рессорный брус 8. На нем установлены скользящие, воспринимающие вес кузова.

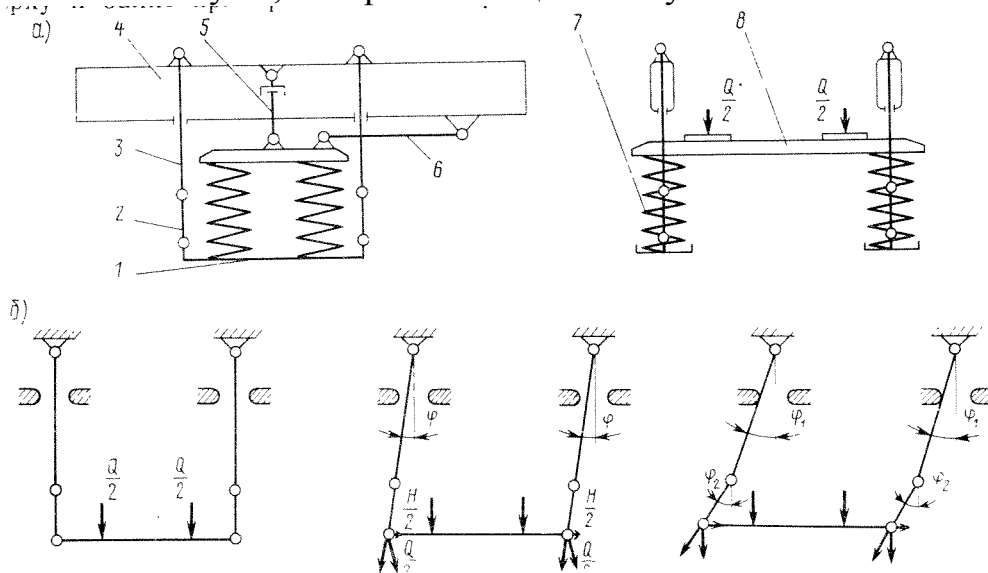


Рисунок 10. Принципиальные схемы устройства центрального люлечного подвешивания (а) и его работы (б):

1—поддон; 2—серьга; 3—подвеска; 4—продольная балка рамы тележки; 5— гидравлический гаситель колебаний; 6—поводок; 7—пружинный комплект, 8—над рессорный брус

Конструкция центрального люлечного подвешивания представлена на рисунку 11. Нагрузка от веса кузова передается через над рессорный брус, комплекты пружин, поддон и подвески на раму тележки и далее через буксовое рессорное подвешивание на ось колесной пары и на рельс. Кузов опирается на скользящие 4 над рессорного бруса 7. Скользящие 4, расположены в гнездах литых опор, приваренных по концам балки над рессорного бруса, и установлены на упругом основании — резиновых прокладках 5.

Силы тяги и торможения передаются на раму кузова через шкворневой узел. Шкворень 8 (рисунок 12) гайкой 11 и контргайкой 10 крепится к шкворневой балке

рамы 7 кузова. На него надет резиновый амортизатор 4, армированный стальной проволокой. Шкворень пропущен через над рессорный брус 12 и с помощью специальной гайки 3, контргайки 2, упорной крышки 13, распирающей резиновый амортизатор 5 и шайбы, упруго фиксирован в над рессорном брусе. Над рессорный брус 7 (см. рисунок 11) состоит из балки коробчатой конструкции. В среднюю часть над рессорного бруса вварены литые концевые коробки с чашками для пружин подвешивания. Сверху к балке приварены литые опоры под скользуны 4 с прикрепленными к опоре боковыми упорами 3. По концам кронштейны имеют проушины для упругой связи над рессорного бруса с рамой тележки с помощью двух поводков 11 и резинометаллических амортизаторов 12.

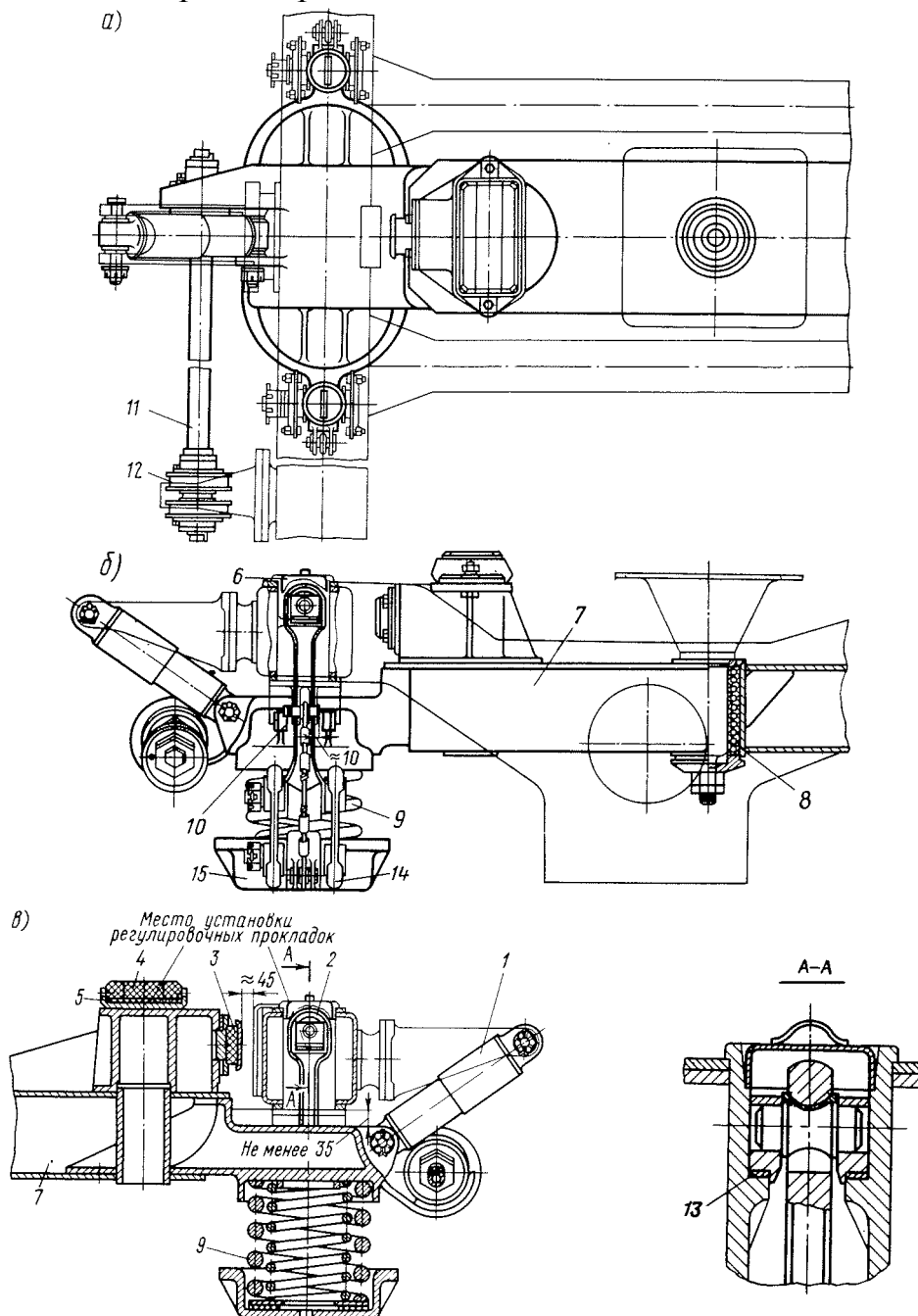


Рисунок 11. Центральное подвешивание тележки моторного вагона

Поводки и амортизаторы предназначены для упругой фиксации над рессорного бруса относительно рамы тележки и для передачи тяговых и тормозных сил от

рамы тележки на раму кузова. Продольные перемещения над рессорного бруса при передаче продольных усилий ограничены деформацией до 2–4 мм пакета резиновых амортизаторов 12. Кронштейны над рессорного бруса имеют чашки для опоры на двойные цилиндрические пружины 9 подвешивания. Каждый комплект состоит из двух пружин: наружной и внутренней.

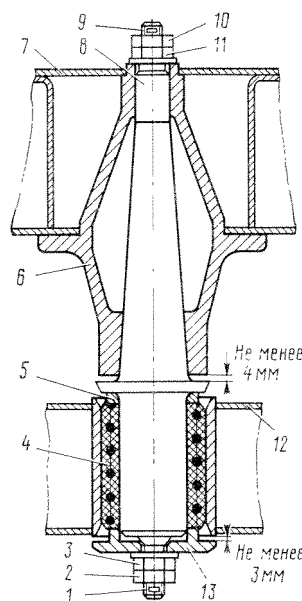


Рисунок 12. Шкворневой узел тележки моторного вагона

У люлечного подвешивания с цилиндрическими пружинами наблюдаются повышенные поперечные колебания. Поэтому для гашения энергии этих колебаний параллельно пружинам установлены гидравлические гасители 1 (см. рисунок 11). Для частичного поглощения вертикальных колебаний гидравлические гасители устанавливают под углом 35° к горизонтали.

Гидравлический гаситель верхним концом крепят к кронштейну на продольной балке рамы тележки, а нижним – к ушку на кронштейне над рессорного бруса.

Для ограничения поперечных перемещений и для смягчения боковых ударов над рессорного бруса о продольные балки рамы на литых опорах над рессорного бруса установлены резиновые упоры 3 (см. рисунок 11), армированные стальной пластиной. Пружины центрального подвешивания опираются на два поддона 15, подвешенные к продольным балкам рамы тележки. Поддон висит на длинных подвесках 2 и коротких серьгах 14.

Для регулировки высоты вагона предусмотрена постановка прокладок 13 (см. рисунок 11) под вкладыши опор. Поддон 15, для установки двух комплектов пружин литой конструкции. Поддон по концам имеет отверстия для крепления валиков подвески и ушки с отверстиями для крепления валиков предохранительного устройства. В отверстия по концам поддона запрессованы сменные цементированные и закаленные втулки. Для установки поддона с помощью подвески 2 и серег 14 в отверстия поддона вставлены валики. Головки валиков выполнены прямоугольной формы. На одной из коротких граней проточена канавка, на которую опирается серьга. Благодаря такой конструкции обеспечивается возможность нижней части подвешивания совершать колебательные движения. На противоположный конец валика, выходящий из поддона или нижней головки тяги, надета опорная шайба, имеющая такую

же конструкцию, что и головка болта. Шайбу закрепляют на валике корончатой гайкой и шплинтом. Кованые серьги 14 имеют форму прямоугольных звеньев, короткие стороны которых служат опорами при подвеске на верхние и нижние валики.

Таким образом, люлечное подвешивание представляет собой двойную шарнирную подвеску, состоящую из тяг и серег. Такая конструкция подвешивания при плавном движении тележки по прямому участку пути обеспечивает перемещение на верхней опоре тяги с большим радиусом качания, в котором серьги являются как бы продолжением тяг и представляют с тягами одно целое. При больших поперечных перемещениях вагона подвески упираются в армированные резиновые упоры 10, устанавливаемые в литых коробках кронштейнов продольных балок рамы тележки.

В центральном подвешивании тележек моторных и прицепных вагонов применены гидравлические гасители колебаний. Гашение колебаний, действующих на вагон, происходит за счет вязкого трения жидкости при продавливании ее давлением поршня через узкие каналы и всасывании ее обратно через рабочий клапан одностороннего действия.

Принцип работы гидравлического гасителя заключается в последовательном перемещении вязкой жидкости при помощи поршня через отверстия в корпусе клапана. При прохождении жидкости через отверстия возникает вязкостное трение, в результате чего происходит превращение механической энергии колебательного движения вагона в тепловую и последующее ее рассеяние (диссипация) в рабочей жидкости. Ход поршня вверх называют отдачей, а ход вниз – сжатием.

Центральное люлечное подвешивание тележек КВЗ-ЦНИИ имеет конструкцию, сходную с конструкцией центрального подвешивания тележек моторных вагонов.

Подвески цилиндрических пружин состоят из двух частей: подвески 1 (рисунок 13), представляющей собой кованый стержень круглого сечения с двумя головками по концам, и двух коротких серег 17, подвешенных на нижнем конце тяг. В нижней головке выполнено цилиндрическое отверстие, в которое запрессована цементированная закаленная втулка для валика подвески серег. Отверстие в верхней головке расточено по радиусу, в него вставлен верхний валик подвески, опирающийся концами на подшипники, которые установлены на верхней плоскости продольной балки рамы тележки. Подвеска 1 проходит сквозь вертикальное отверстие в продольной балке, в которое вварена усиливающая гильза из трубы, служащая также для ограничения амплитуды колебаний тяги. Пружинный комплект 4 состоит из трех пружин, вставленных одна в другую.

На электропоездах ЭР9Е трехрядный пружинный комплект 4 устанавливают на передней тележке головного вагона, а на задней тележке и на обеих тележках прицепного вагона – двухрядный.

Пружинные комплекты 4 устанавливают попарно на поддоне 5. Поддон через серьги подвешен к подвескам 1 с помощью валиков и опорных шайб, имеющих конструкцию, принятую в подвешивании тележек моторных вагонов. Кузов опирается на тележку через скользуны 14, установленные по концам над рессорного бруса.

Для передачи тяговых и тормозных усилий установлены продольные поводки. Предохранительные скобы 13 над рессорного бруса крепят к поперечным балкам рамы тележки. Нижний поддон предохранен от падения на путь в случае обрыва тяг

двумя стержнями 8, верхние концы которых закреплены в продольных балках рамы тележки, а нижние концы имеют гайки 6 со сферическими вкладышами для удержания поддона в случае падения. В центральном подвешивании тележек обоих типов параллельно комплектам пружин установлены гидравлические гасители колебаний с ходом поршня 190 мм.

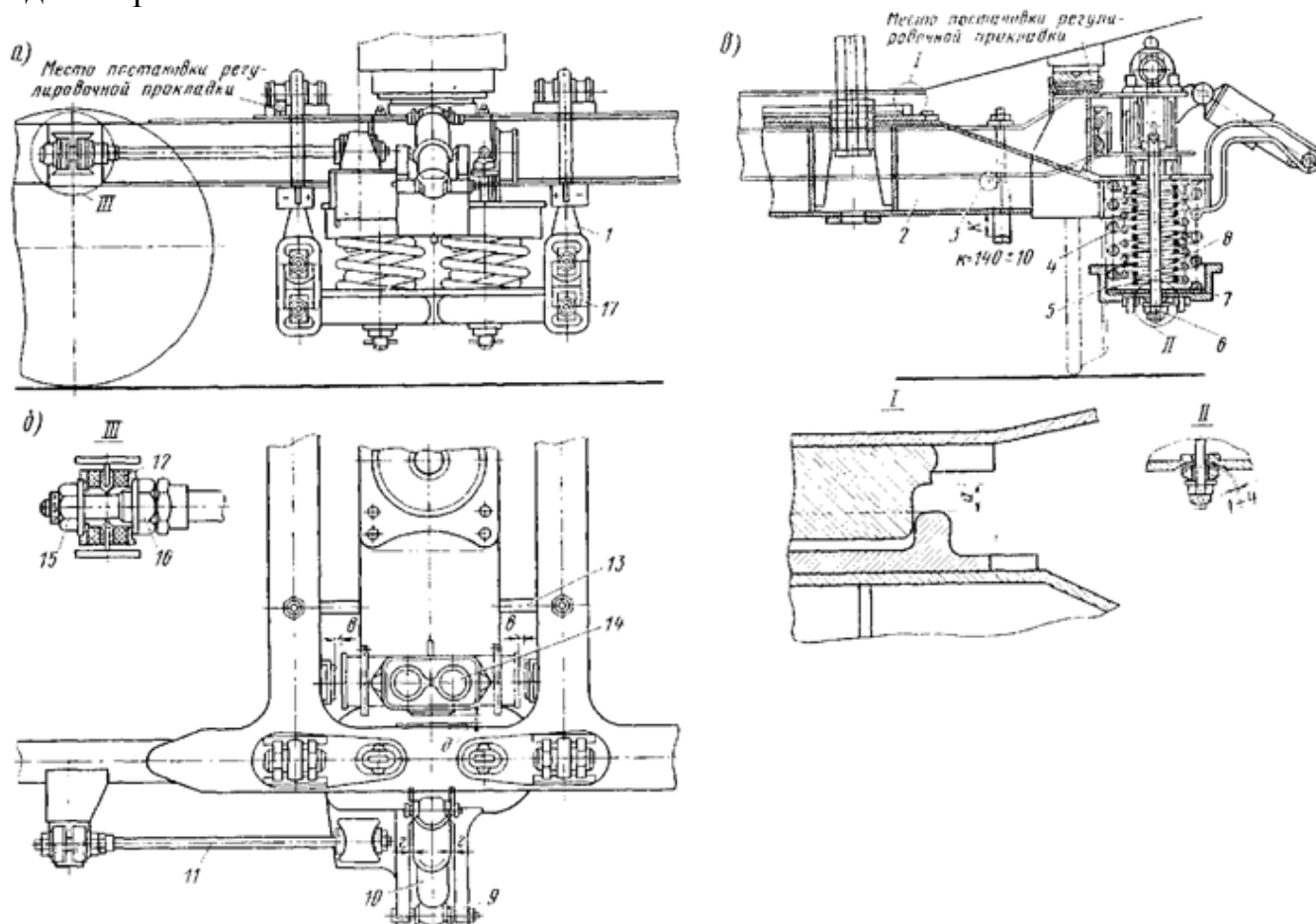


Рисунок 13. Центральное подвешивание тележки прицепного вагона
Колесные пары

Колесные пары являются одним из ответственных узлов подвижного состава, так как они несут на себе всю нагрузку от кузова вагона со всем его оборудованием и пассажирами. Они жестко воспринимают все удары и толчки от неровностей пути, возникающие при движении электропоезда, и сами жестко воздействуют на рельсовый путь. Колесные пары служат для восприятия веса кузова и тележки и передачи его на рельсы. Кроме того, колесные пары моторного вагона служат для преобразования вращательного движения, передаваемого от тяговых двигателей, в поступательное, движение электропоезда.

Колесные пары электропоездов разделяют на колесные пары моторных и колесные пары прицепных вагонов. В зависимости от конструкции колесного центра их классифицируют на спицевые, дисковые и цельнокатанные с бандажом.

Для моторных вагонов электропоездов применяют колесные пары с литыми спицевыми центрами и съемными бандажами, а для прицепных – со стальными цельнокатанными колесами.

Основными элементами колесных пар являются: ось 1 (рисунок 14), два колеса, зубчатое колесо 7 и подшипниковый узел корпуса редуктора тяговой передачи.

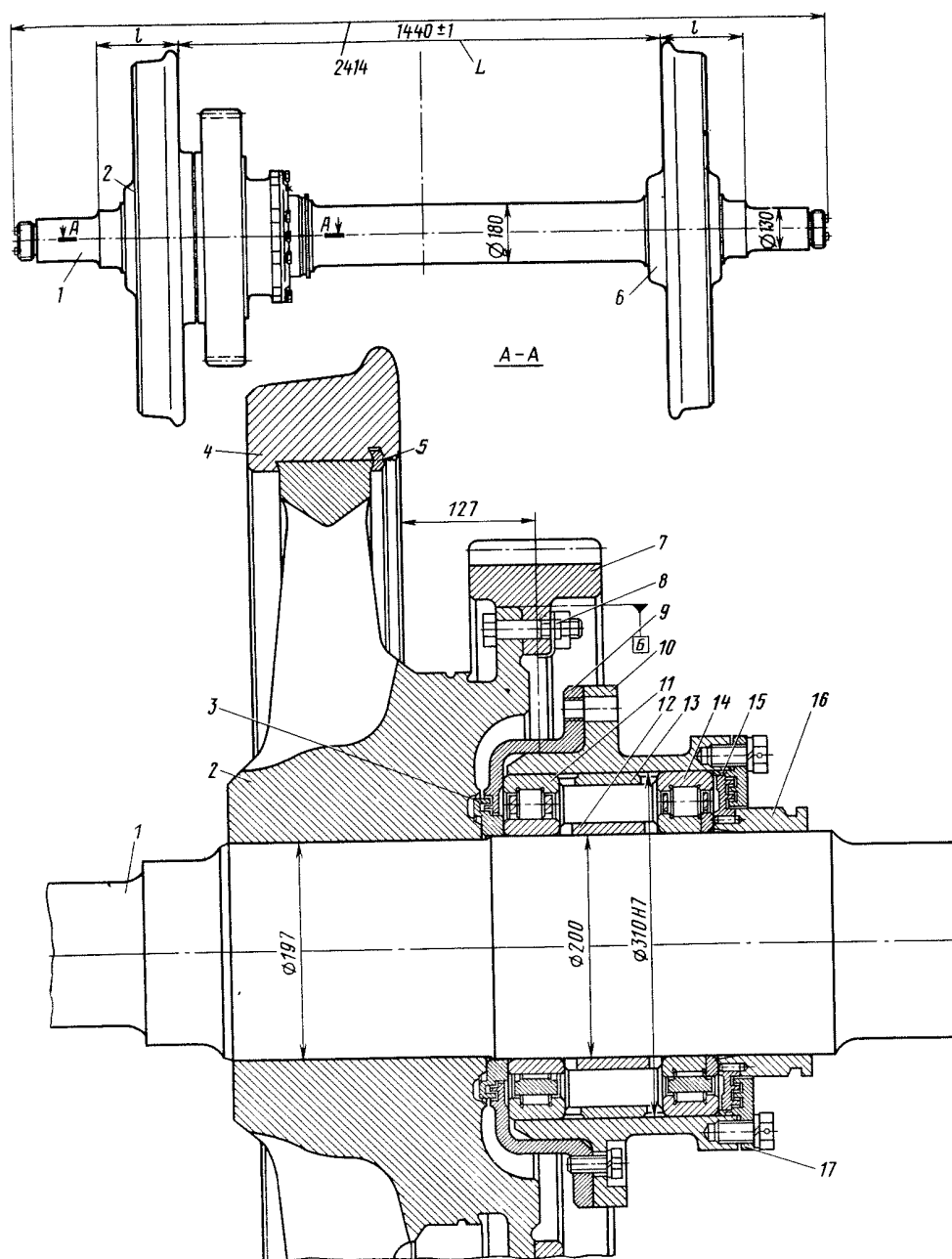


Рисунок 14. Колесная пара моторного вагона электропоездов ЭР9М и ЭР9Е

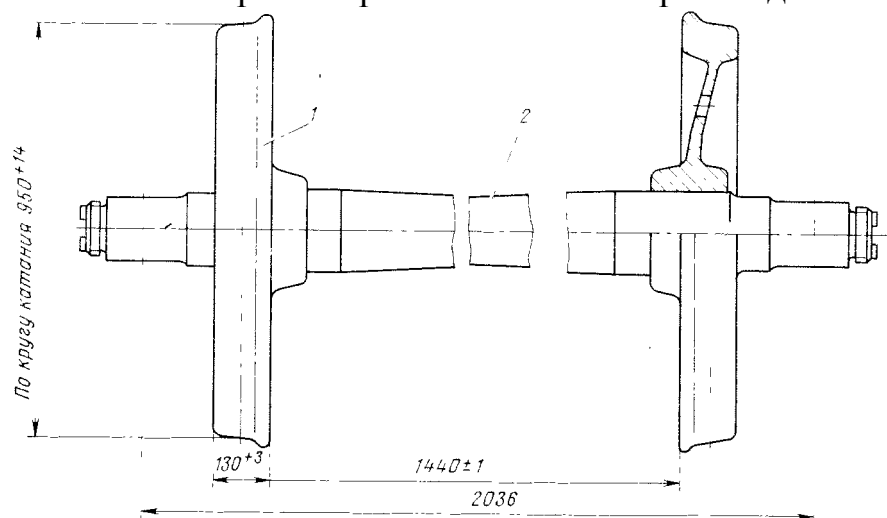


Рисунок 15. Колесная пара прицепного вагона электропоездов ЭР9М и ЭР9Е

Ось колесной пары имеет несколько участков различного диаметра: буксовые шейки, предподступичные части, подступичные части для напрессовки колесных центров, шейку под подшипники опоры редуктора, среднюю часть.

Колеса моторных вагонов состоят из колесного центра, сменного бандажа и бандажного кольца. Правый колесный центр имеет фланец для крепления болтами венца зубчатого колеса. Диаметр поверхности катания нового бандажа равен 1050 мм, ширина бандажа – 130 мм.

Для колесных пар прицепных вагонов применяют стальные цельнокатаные колеса. Диаметр по кругу катания цельнокатаного колеса $950 + 14$ мм.

Бандажное кольцо препятствует, поперечному сдвигу бандажа с колесного центра. Бандажное кольцо устанавливают в выточку сразу же после насадки.

Буксы и роликовые подшипники

Буксы колесных пар предназначены для передачи статических и динамических нагрузок от веса вагона на оси колесных пар и также для восприятия тяговых и тормозных усилий и передачи их на раму тележки. Буксы состоят из литого стального корпуса, подшипников, лабиринтных колец и деталей, связывающих их с рамой или над буксовым подвешиванием.

Корпус буксы служит для защиты подшипников и шейки оси от попадания влаги и грязи и для заполнения смазкой, необходимой для работы подшипников. Корпус 2 (рисунок 16) букс моторных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е имеет в нижней части хвостовик, через который проходит укрепленный валиком 16 балансир 14 с расположенными по его концам опорными стаканами. Для буксовых пружин.

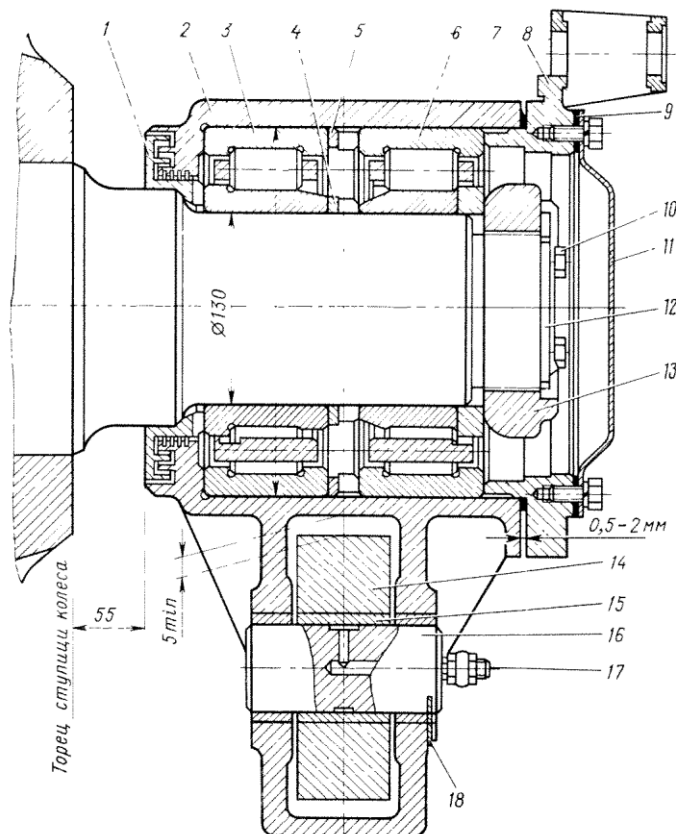


Рисунок 16. Букса колесной пары моторного вагона

На корпусе буксы укреплены съемные наличники, предохраняющие его от износа о буксовые направляющие рамы тележки. Каждый наличник состоит из стальных цементированных пластин. Большие наличники, прикрепленные к боковым поверхностям корпуса с помощью четырех специальных винтов и двух штифтов, ограничивают разбег колесной пары в вдоль тележки. Малые наличники, прикрепленные к боковым ребрам корпуса двумя специальными болтами, ограничивают разбег колесной пары в поперечном направлении.

Внутренняя часть корпуса буксы под посадку подшипника имеет цилиндрическую поверхность. Уплотнение буксы состоит из лабиринтов, расположенных в лабиринтном кольце 1 и корпусе буксы. Лабиринтная часть корпуса буксы имеет очертание лабиринтного кольца и глубокие канавки, благодаря чему образуется уплотнение, препятствующее вытеканию смазки и попаданию извне грязи в буксу.

На вагонах электропоездов применяют буксы с роликовыми подшипниками, которые расположены в буксах и воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки.

Буксовые подшипники состоят из внутреннего и наружного колец, между которыми в сепараторе помещены ролики. Сепаратор удерживает ролики на одинаковом расстоянии один от другого. Внутреннее кольцо подшипника устанавливают на шейку оси колесной пары с натягом 0,035–0,065 мм, а наружное в корпус буксы – свободно.

При монтаже буксы сначала на предподступичную часть оси в горячем состоянии напрессовывают лабиринтное кольцо 1, затем внутреннее кольцо роликового подшипника 3 с одним упорным буртом, внутреннее дистанционное кольцо 4, внутреннее кольцо роликового подшипника 6. Затем надевают корпус 2 буксы со вставленными в него наружными кольцами и роликовыми обоймами подшипников 3 и 6 и наружным дистанционным кольцом 5 между ними, устанавливают съемную упорную шайбу.

Детали, насаженные на ось, стягивают специальной гайкой 13. Гайка от отворачивания фиксирована стопорной планкой 12, которая укреплена на торце оси двумя болтами 10, соединенными между собой проволокой. Снаружи букса закрыта крышкой 8, имеющей кронштейн для поводка фрикционного амортизатора. После сборки буксы внутреннюю полость ее объема заполняют пластичной смазкой ЖРО в количестве 1,6 кг.

На электропоездах ЭР9М и ЭР9Е заземляющие устройства (рисунок 17) смонтированы на торцах буксовых крепительных крышек 10 по одному на каждую тележку моторного вагона. Заземляющее устройство предназначено для заземления электрооборудования и предохранения буксовых подшипников колесных пар от электрокоррозии. Устройство состоит из алюминиевого корпуса 8, внутри которого установлен щеткодержатель 3 из электроизоляционного материала. Корпус вместе с лабиринтной крышкой 1 соединен с крышкой буксы шестью болтами 2. Щеткодержатель имеет рычажное устройство 6, прижимающее щетки 7 к контактной поверхности токосъемной крышки 11, которая крепится к лабиринтному кольцу 12 четырьмя болтами, застопоренными лепестковыми шайбами.

Лабиринтное уплотнение, образованное кольцевыми канавками крышки 1 и кольца 12, защищает щетки от попадания на них смазки, заполняющей полость бук-

сы. Лабиринтное кольцо прикреплено к торцу оси двумя болтами 13.

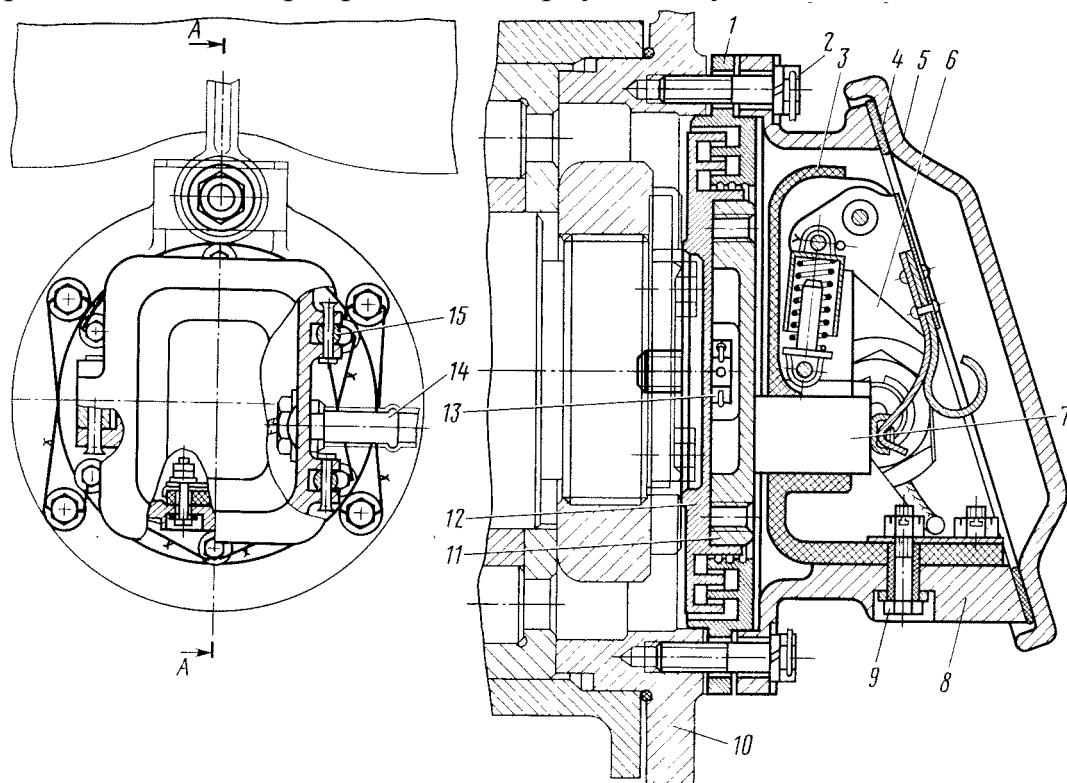


Рисунок 17. Заземляющее устройство (фрикционный гаситель не показан)

Откидная крышка 5 с резиновой прокладкой 4 шарнирно закреплена и плотно прижата к корпусу двумя откидными болтами 15 с гайками. Она предохраняет механизм заземляющего устройства от попадания пыли и влаги. Наконечники токоведущего провода и гибкие шунты щеток подсоединены к оцинкованному болту 9, изолированному от корпуса текстолитовой шайбой и полихлорвиниловой трубкой. Снаружи токоведущий провод защищен дюритовым шлангом, надетым на штуцер 14.

В буксах колесных пар тележек КВЗ-ЦНИИ прицепных вагонов применяют роликовые подшипники, устанавливаемые на шейку оси без промежуточных колец. Основным отличием букс тележек прицепных вагонов от рассмотренных выше является конструкция корпуса, выполненного для бесчелюстного подвешивания.

Корпус 2 (рисунок 18) буксы выполнен тонкостенным. Он имеет опорные чашки для буксовых пружин. Передняя часть буксы имеет съемные крышки – крепительную 4 и смотровую 8. Между крепительной крышкой и корпусом буксы устанавливают резиновое уплотнительное кольцо 3. Буксы колесных пар головных вагонов дополнительно имеют на передней колесной паре с правой стороны привод механического регистрирующего скоростемера ЗСЛ-2М.

Подвешивание тяговых двигателей и тяговая передача

На электропоездах ЭР9М и ЭР9Е применено опорно-рамное подвешивание тяговых двигателей. При таком подвешивании тяговый двигатель жестко укреплен на поперечной балке рамы тележки и связан с колесной парой упругой муфтой. При опорно-рамном подвешивании двигателя уменьшается вес неподрессоренных частей вагона, так как вес двигателя полностью обрессорен и упруго передается через надбуксовое подвешивание. Применение такого подвешивания позволяет значи-

тельно снизить динамические удары, получаемые двигателем при движении, а также динамическое воздействие экипажа на рельсовый путь. Кроме того, опорно-рамная подвеска смягчает толчки при пуске двигателя.

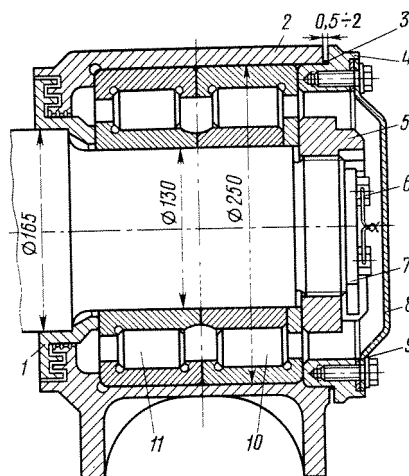


Рисунок 18. Букса колесной пары прицепного вагона

Для крепления двигателя к поперечной балке рамы тележки в верхней части остова двигателя имеются два прилива с уступами (лапы) 4 (рисунок 19), а в нижней части остова – две опорные поверхности, расположенные на одной линии с лапами. В опорных поверхностях просверлены отверстия, через которые проходят болты 2. Нижними опорными поверхностями двигатель опирается на поддерживающие кронштейны 1 поперечной балки 3.

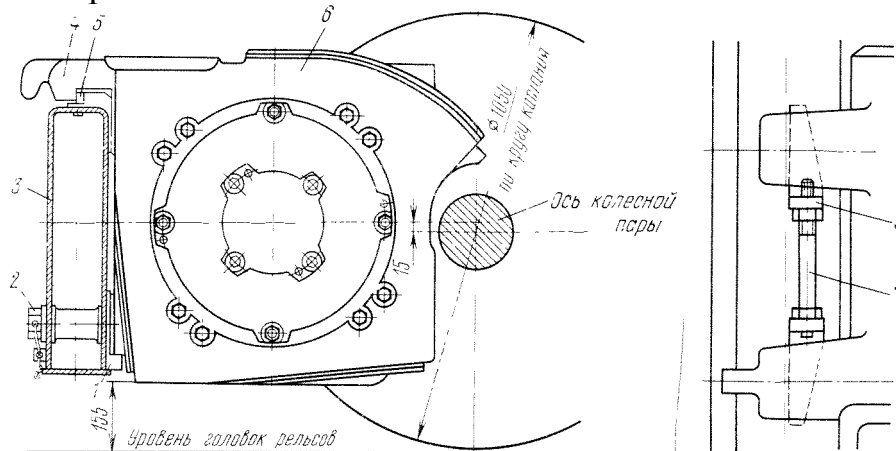


Рисунок 19. Крепление тягового двигателя на раме тележки моторного вагона

Для обеспечения плотного прилегания тягового двигателя 6 нижнюю часть остова с опорными поверхностями притягивают болтами к поперечной балке. Верхние лапы 4 опираются на выступы поперечной балки. Между выступами и лапами вставляют клинья 5 с ввернутым в них распорным болтом 7. Распорный болт имеет по концам левую и правую резьбу, благодаря чему при вращении болта клинья расходятся и притягивают двигатель к верхним опорным площадкам поперечных балок. Поскольку тяговый двигатель при опорно-рамном подвешивании является полностью обрессоренным, а колесная пара не обрессорена, он не может быть непосредственно связан с ней зубчатой передачей. В этом случае для передачи вращающего момента от двигателя к зубчатой передаче, установленной на ведущей колесной паре, применяют упругие муфты.

Двигатель 1 (рисунок 20) лапами 2 подвешивают жестко к раме тележки. Большое зубчатое колесо 7 насажено на ось движущей колесной пары 6 и находится в зацеплении с малой шестерней 5. Вал малой шестерни укреплен в подшипниках, установленных в корпусе редуктора 8, который одной стороной опирается на подшипники на оси колесной пары, а другой подвешивается к раме тележки на амортизаторах 4. Тяговый двигатель соединен с концом вала малой шестерни 5 упругой муфтой 3.

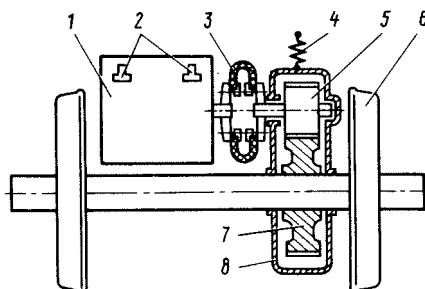


Рисунок 20. Схема тяговой передачи с упругой муфтой

Тяговая передача моторных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е состоит из редуктора и упругой муфты.

Редуктор (рисунок 21) состоит из двух сцепленных между собой цилиндрических зубчатых колес: ведущего (шестерни) 8 и ведомого, заключенных в стальной литой корпус 7.

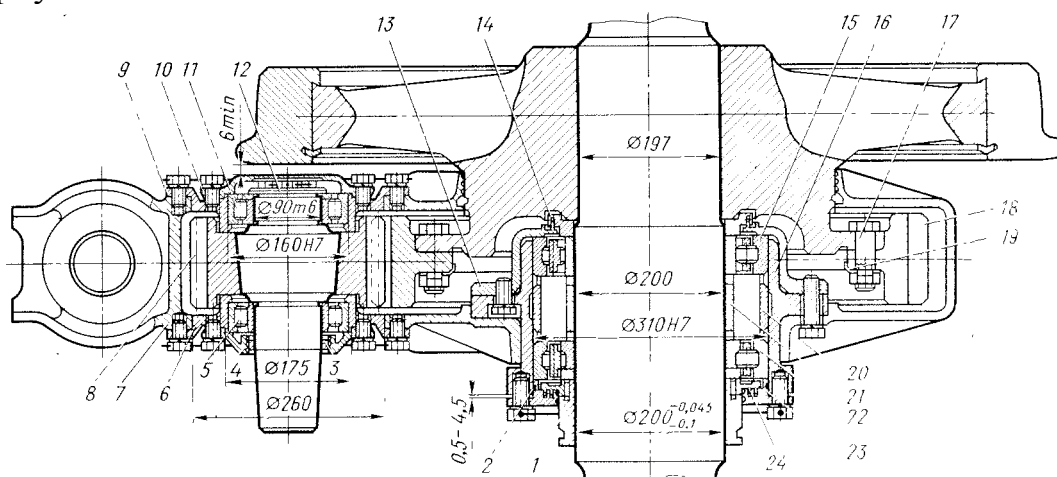


Рисунок 21. Редуктор колесной пары моторного вагона

Количество зубьев шестерни – 23, колеса – 73, передаточное число равно 3,17.

Зубчатое колесо представляет собой венец 18, прикрепленный к фланцу ступицы колесного центра 11 призонными (входящими в отверстие с натягом) болтами 17. Гайки болтов 17 от самоотвинчивания застопорены пластинчатыми шайбами 19. Венцы зубчатых колес изготавливают из стали.

Малая шестерня вращается на двух цилиндрических роликовых подшипниках – переднем (со стороны конического хвостовика) и заднем, установленных в верхней половине корпуса редуктора.

Подшипники смонтированы в крепительных крышках 6 и 9 и укреплены в корпусе редуктора передней (с отверстием для хвостовика вала) и задней (глухой) крышками 4 и 10. Наружные кольца подшипников входят в крепительные крышки со скользящей посадкой, а внутренние кольца установлены на вал с тугой посадкой.

Задний подшипник 11 через упорное кольцо закреплен шайбой 12 и четырьмя болтами, завернутыми в торец вала. Крепительные, переднюю и заднюю крышки крепят болтами с пружинными шайбами. Для предотвращения самоотворачивания головки болтов попарно связывают проволокой. Подшипниковые узлы заполнены пластичной смазкой для роликовых подшипников ЖРО в количестве 0,9 кг. Для периодического добавления смазки в подшипники в крышках предусмотрены приливы с резьбовым отверстием (рисунок 22), в который ввернут штуцер 6, закрываемый пробкой.

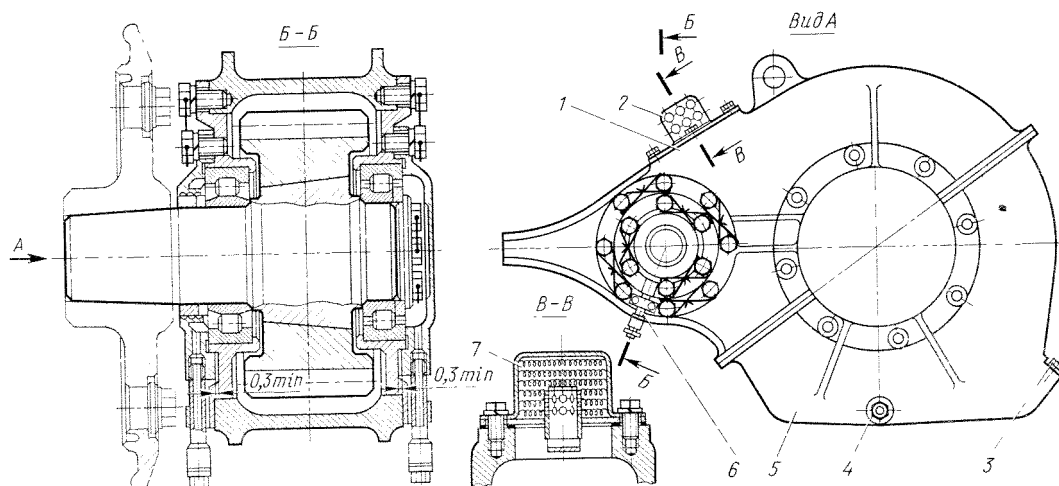


Рисунок 22. Корпус редуктора

Зубчатая передача заключена в кожух, удерживающий смазку и защищающий ее от попадания посторонних предметов и пыли. Кроме того, жесткий корпус редуктора обеспечивает постоянство межцентрового расстояния (централи) зубчатой пары. Корпус редуктора несущей конструкции состоит из двух половин, верхней 1 и нижней 5.

Боковые стенки корпуса усилены ребрами, соединяющимися с горловинами отверстий редуктора. Для осмотра состояния зубчатой передачи в верхней части половины корпуса редуктора имеется люк. На люк установлена крышка с сапуном-трубкой 2, закрытая защитным колпачком. Сапун-трубка служит для выравнивания давления внутри редуктора с атмосферным. Между колпачком и сапуном-трубкой уложена фильтрующая набивка 7 из конского волоса. В приливе нижней половины корпуса редуктора имеется горловина, закрываемая пробкой 3; через которую добавляют свежую смазку и контролируют уровень заливки. Отработанную смазку сливают через отверстие на боковой стенке нижней половины редуктора, закрытое пробкой 4. Верхняя и нижняя половины редуктора скреплены между собой 10 болтами и двумя фиксирующими штифтами.

Для получения точных размеров отверстий для подшипников малой шестерни и опорного стакана, а также межцентрового расстояния обе половины редуктора обрабатывают совместно в собранном виде.

Корпус 7 редуктора (см. рисунок 21) прикреплен к фланцу опорного станка 16 восемью болтами, проходящими через отверстия в боковой стенке корпуса. Опорный стакан опирается на два цилиндрических роликовых подшипника – задний 15 (со стороны ступицы колесной пары) и передний.

Внутренняя полость стакана 16 при сборке роликовых подшипников заполнена пластичной смазкой ЖРО в количестве 1,6 кг.

Передний подшипник 22 имеет бурт на внутреннем кольце и упорное кольцо. Задний подшипник 15 не имеет бурта на внутреннем кольце и упирается в упорную крышку 13. Между передним и задним подшипниками установлены наружное 20 и внутреннее 21 распорные кольца, фиксирующие положение подшипников на оси. Опорный стакан с обеих сторон закрыт лабиринтным кольцом 14 и лабиринтной крышкой 23, предотвращающими вытекание смазки из внутренней полости редуктора. Для смазки роликовых подшипников, на которые опирается опорный стакан, во фланце горловины верхней половины редуктора имеется резьбовое отверстие, закрываемое пробкой, и против него второе отверстие, обеспечивающее подвод смазки к подшипникам. Задняя стенка корпуса редуктора обхватывает своей горловиной с зазором не менее 0,25 мм цилиндрическую часть ступицы колесного центра, расположенную между спицами и фланцем для крепления зубчатого венца. Для предотвращения вытекания смазки на поверхности горловины имеются лабиринтные канавки, а на ступице – маслоотбойный гребень.

Редуктор подвешивают к кронштейну на поперечной балке рамы тележки при помощи специальной подвески, которая допускает необходимый поворот редуктора относительно оси колесной пары в зависимости от прогиба пружин буксового ресорного подвешивания. Поэтому все перемещения вала двигателя относительно вала шестерни во время движения вагона могут быть восприняты упругой муфтой привода без нарушения работы всей передачи.

Подвеска редукторов тележек моторных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е представлена на рисунке 23. Верхняя половина корпуса редуктора имеет кронштейн с отверстием, которым он крепится к нижнему концу подвесного стержня 5, имеющего резьбу на обоих концах. Верхний конец стержня подвешен к кронштейну поперечной балки рамы тележки при помощи двух резинометаллических амортизаторов 1, двух специальных гаек 3 и контргаек 4.

К нижнему концу стержня подвешен кронштейн корпуса редуктора при помощи таких же амортизаторов и гаек. Гайки предохранены от самоотвинчивания стопорными пластинчатыми шайбами 8 с шестиугольным отверстием, которое крепят болтами к бобышкам верхней армировки резинометаллического амортизатора. Амортизаторы зафиксированы от проворота штифтами 6, запрессованными в кронштейн 7 на поперечной балке рамы тележки и в кронштейн корпуса редуктора. Стопорная скоба 9 удерживает от вращения стержень 5. Для этого на нижнем конце резьбового стержня имеются лыски, на которые надевается скоба, предохраняющая стержень от проворота. Для ограничения деформации амортизаторов при затяжке служат дистанционные втулки 2. Для предохранения от падения редуктора на путь служит предохранительная пластина 10, на которую (в случае обрыва стержня или поломки кронштейна) опирается хвостовая часть редуктора.

Для передачи вращающего момента от тягового двигателя к редуктору применяют упругую муфту. Муфта служит также для компенсации несоосности вала двигателя и вала редуктора, возникающей в результате перемещения укрепленного на раме тележки двигателя и колесной пары при движении вагона.

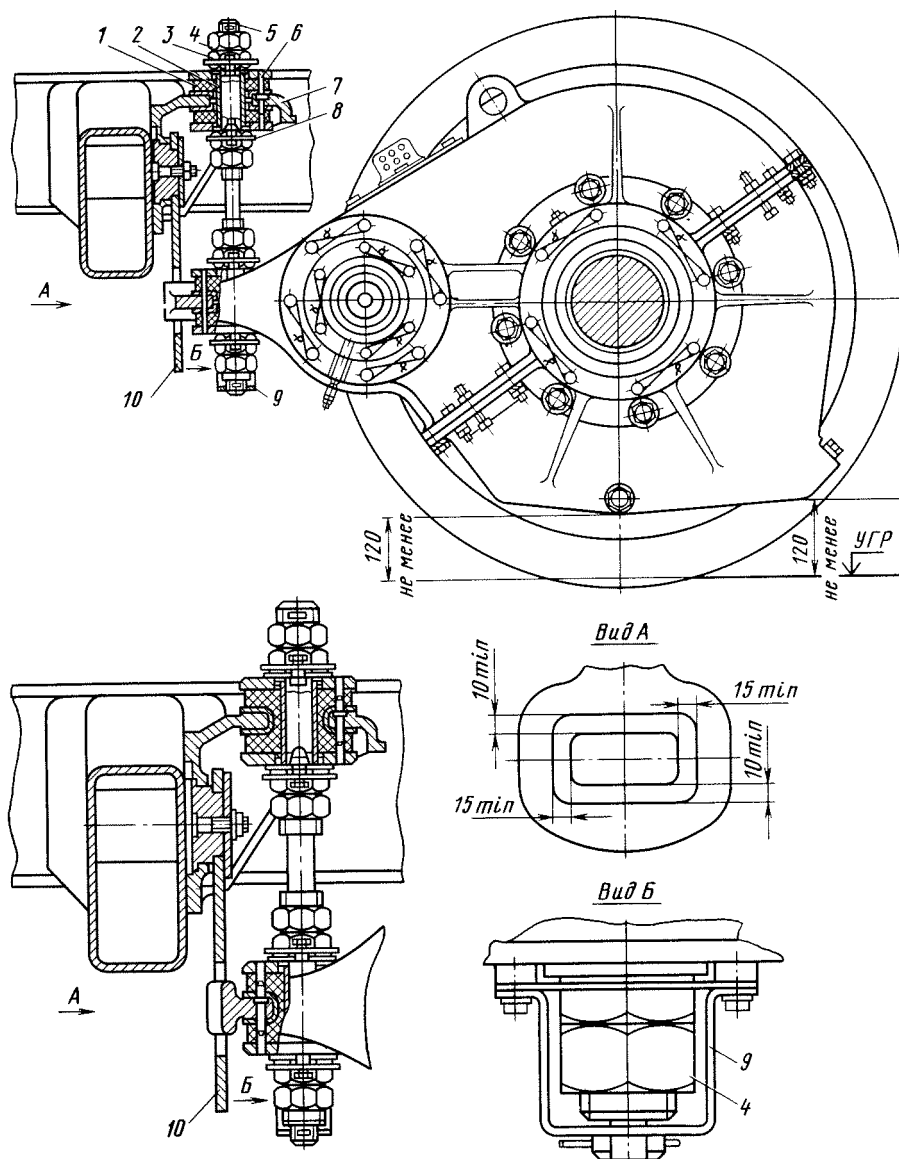


Рисунок 23. Подвеска редуктора

Муфты допускают параллельное смещение осей валов якоря двигателя и малой шестерни до 15 мм, продольное – до 20 мм и угловое – до 40 мм.

Муфта состоит из двух фланцев 1 и 6 (рисунок 24), насаженных в горячем состоянии (140 °С) на конические хвостовики валов двигателя и шестерни редуктора, резинокордной упругой оболочки 4 и деталей крепления оболочки к фланцам. Упругую оболочку крепят к фланцам полукольцами 5 и восемью болтами 2 с шайбами 3, ввернутыми в запрессованные втулки 8 колец. Втулки предназначены в то же время для разгрузки болтов 2 от действия поперечных срезающих усилий.

Центрирующий пояс фланцев 1 и 6 входит в отверстие в основании полуколец 5. Этим самым упругая оболочка и кольца предохранены от смещающих действий центробежных сил. Во втулки 8 полуколец со стороны редуктора запрессованы четыре фиксатора 9, которые служат для облегчения монтажа муфты. Для удобства сборки и разборки колец и фланцев на болты 2 надеты прорезные шайбы 7, входящие в углубления на корпусе фланца. Для предохранения от самоотворачивания головки болтов 2 попарно связаны проволокой 10. Эластичная оболочка 4 изготовлена

из морозостойкой резины с прослойкой из кордной ткани. Посадочные места оболочки усилены армировкой из стальной проволоки.

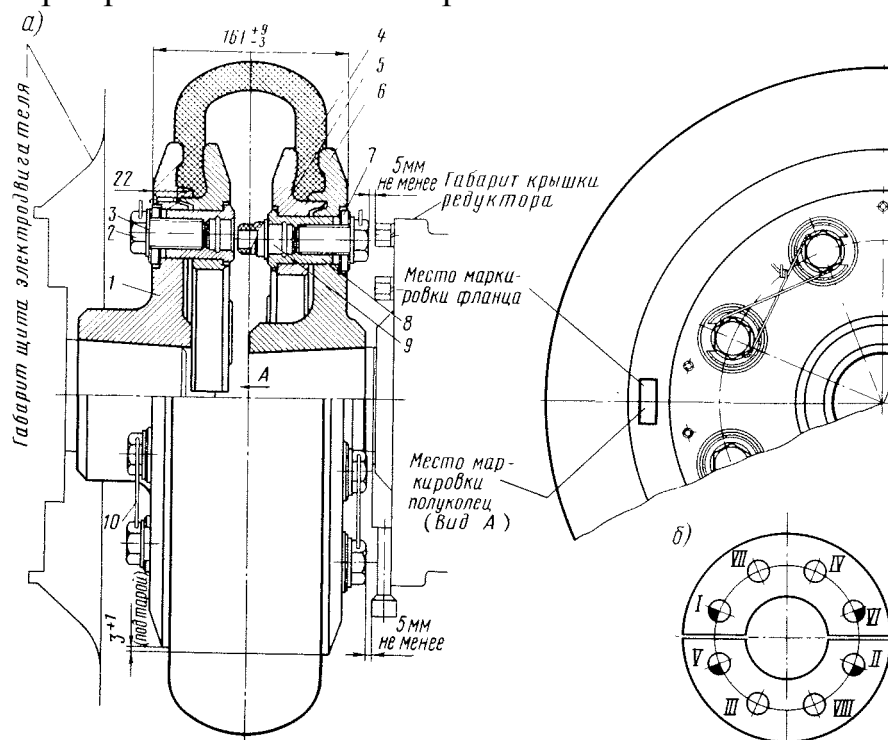


Рисунок 24. Упругая муфта

Кузова вагонов

Вагоны электропоездов ЭР9М и ЭР9Е выполняют с металлическими кузовами. Кузова вагонов – несущей конструкции, в которых рама, боковые стенки и крыша работают как одно общее сечение и одновременно воспринимают действующие на вагон нагрузки. Кузова вагонов (рисунок 25, а) состоят из рамы, боковых и торцовых стен и крыши. Рамы моторного и прицепного вагонов одинаковы по своей конструкции и отличаются лишь вспомогательными элементами – балками и кронштейнами для подвески электрического и пневматического оборудования.

Рама собрана из ряда сварных продольных и поперечных элементов. По центру консольной части рамы расположена короткая хребтовая балка 13 (рисунок 25, б), соединяющая буферный брус 14 со шкворневой балкой 12 и передающая тяговые усилия через раскосы 11 на боковые продольные балки 8. Хребтовая балка 13 коробчатого сечения, сварена из стальных листов. Внутри полости хребтовой балки укрепляют на заклепках литые упорные кронштейны для установки поглощающего аппарата и тягового хомута автосцепки.

Буферный брус 14 корытообразного сечения. В средней части вертикальной стенки бруса имеется прямоугольное окно для установки розетки автосцепки. Буферный брус головного вагона имеет очертание по форме головной части вагона.

Шкворневая балка коробчатого сечения, сварена из стальных листов. На шкворневой балке рамы моторного вагона электропоездов ЭР9М и ЭР9Е установлены два верхних боковых скользуна и шкворень, а на шкворневых балках прицепных и головных вагонов – пятник опоры кузова. Шкворневые балки связаны между собой двумя боковыми продольными балками 8, проходящими по всей длине рамы вагона, прерываясь в местах установки подножек.

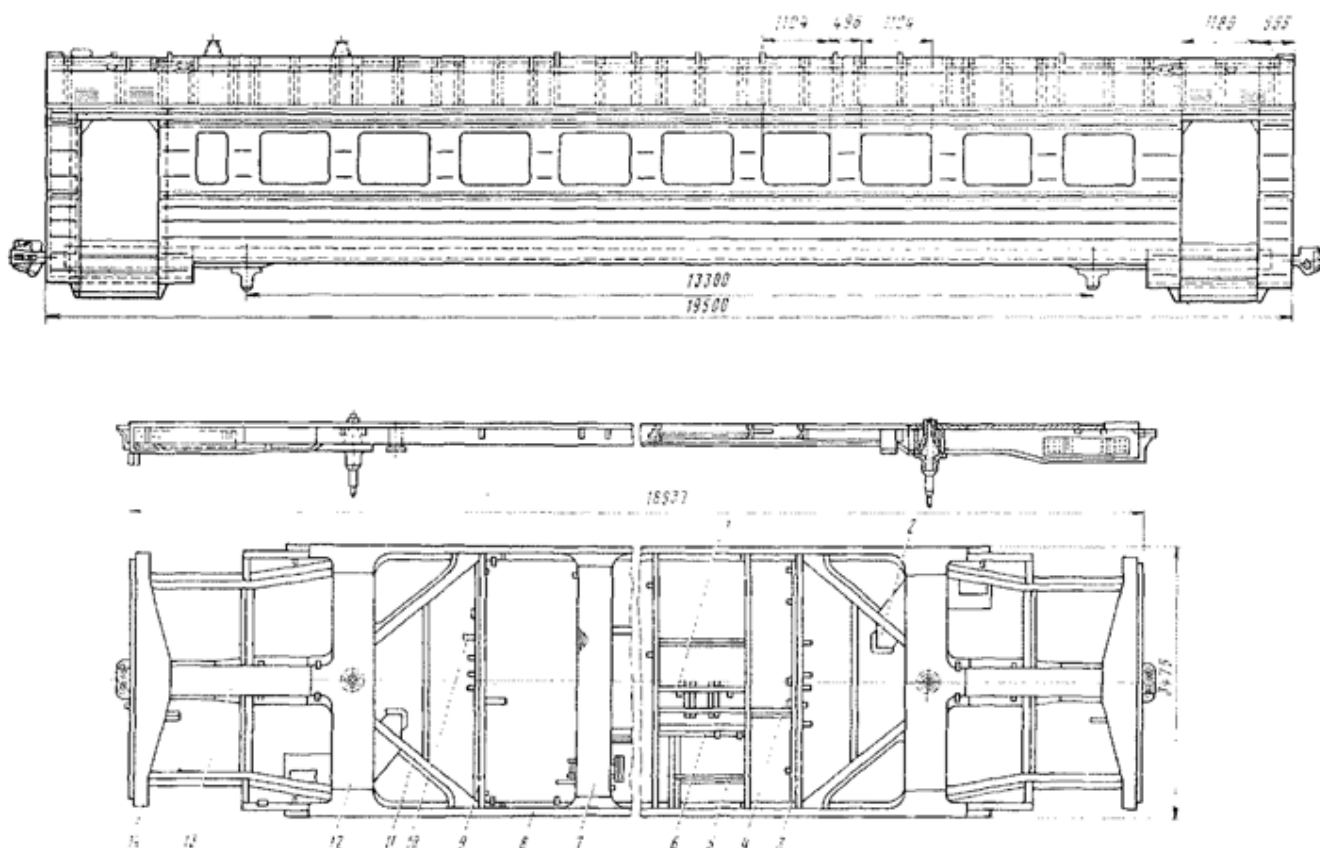


Рисунок 25. Кузов моторного вагона и его рама

Для придания жесткости раме боковые продольные балки соединены между собой поперечными балками. Поперечные балки рам изготовлены из швеллеров. Поперечные балки 3 и 9 связывают между собой концы раскосов 11, идущих примерно от середины каждой шкворневой балки под углом около 45° к осевой линии вагона. Раскосы служат для передачи тяговых и ударных усилий от шкворневой балки к боковым продольным балкам. К поперечным балкам приварены кронштейны и швеллеры для крепления электрической и пневматической аппаратуры.

Сверху к раме приварен металлический пол, собранный из стальных гофрированных листов. Пол является одним из несущих элементов кузова, так как придает всей конструкции кузова значительную жесткость. На боковые продольные балки рамы опираются вертикальные стойки, образующие каркас боковой стены кузова. Вертикальные стойки связаны между собой верхним продольным угольником и листами наружной обшивки. Для придания конструкции стены необходимой жесткости листы наружной обшивки имеют восемь продольных гофров. Простенки между окнами заполнены штампованными межоконными листами. Концы этих листов обхватывают оконные проемы сверху и снизу.

Подоконный лист кузова вагона выполнен с плавным изгибом в нижней части, что придает сечению кузова плавное очертание и улучшает внешний вид вагона. Боковые стены кузовов вагонов соединены между собой концевыми стенами – лобовыми и торцовыми. Торцовые стены кузовов моторных и прицепных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е имеют одинаковую конструкцию. Каркас торцевой стены образован четырьмя вертикальными стойками – двумя средними, изготовленными из швеллеров, и двумя крайними, штампованными и имеющими коробчатое сечение. Сверху все вертикальные стойки соединены горизонтальной балкой – швелле-

ром. Каркас торцевой стены обшивают металлическими листами толщиной 2 мм, имеющими горизонтальные гофры. Средние стойки образуют дверной проем шириной 780 мм. К торцовым стенкам крепят различное электрическое и пневматическое оборудование.

Лобовая стенка головных вагонов в плане имеет заостренную обтекаемую форму. Она образована двумя средними и двумя крайними вертикальными стойками корытообразного сечения, отштампованными из листовой стали. На средние стойки опирается сварная балка переменного сечения, которая приварена к концевым стойкам. Она имеет П-образное сечение, широкое в средней части и узкое по концам. Балка сварена из стальных листов. Для придания жесткости в сечение балки вварены шесть поперечных ребер. Лобовую стену крепят к буферному брусу рамы вагона средними стойками, нижние концы которых выпущены из каркаса вниз на 330 мм. Верхнюю часть лобовой стенки занимают окна.

Для обшивки лобовой стены используют листовую сталь толщиной 2 мм. Под окном приварены обтекатели буферных и сигнальных фонарей. Ниже обтекателей листы обшивки имеют гофры для жесткости.

Каркас крыши состоит из набора стальных штампованных дуг Z-образного сечения. Количество дуг у моторных и прицепных вагонов – 35 шт., у головных вагонов – 29 шт. Каркас крыши обшивают гофрированными стальными листами. Применение гофров придает конструкции крыши необходимую жесткость вдоль оси вагона. На крыше моторного вагона приварены тумбы для установки токоприемников, скобы для укрепления мостков и установки крышевого оборудования. Над проемами боковых входных дверей имеются прямоугольные ниши, в которых укреплены жалюзи заборных каналов для охлаждения тяговых двигателей и вентиляции пассажирских помещений.

На внутренние поверхности кузова нанесен грунт и слой противозумной мастики, которая одновременно является средством, предохраняющим металлические элементы кузова от коррозии.

Пол вагонов состоит из поперечных и продольных брусьев, образующих каркас, и верхнего настила. Брусья каркаса изготавливают из сосны и крепят болтами к металлическому полу. Настил изготавливают из столярных плит толщиной 25 мм и крепят его к каркасу шурупами. Настил в тамбурах вагонов изготавливают из шпунтованных досок толщиной 25 мм. Пространство между металлическим и верхним настилом заполнено термоизоляционными пакетами из мипоры – легкого микропористого материала белого цвета с низким коэффициентом теплопроводности. Сверху пол покрыт линолеумом. В пассажирском помещении дополнительно в центральном проходе и проходах между диванами уложены дорожки из линолеума.

В полу имеются специальные желоба, в которые укладывают монтажные провода силовой цепи и цепи управления. Желоба по всей длине вагона закрыты металлическими крышками. Для доступа в желоба с проводами в полу имеются люки, расположенные под диванами вдоль боковых стен. Кроме того, в полу моторных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е прорезаны люки для осмотра тяговых двигателей и муфт тягового привода. На прицепных и головных вагонах ЭР9М и ЭР9Е имеются по два люка для снятия и постановки шкворня пятникового устройства.

Внутренняя обрешетка боковых стен моторных и прицепных вагонов образована вертикальными и горизонтальными деревянными брусками. Вертикальные брусья, расположенные по обе стороны каждого оконного проема, крепят специальными шпильками, приваренными к каркасу боковой стены. К оконным деревянным стойкам шурупами привинчены бруски междуоконных простенков и подоконные бруски. Крайние вертикальные стойки выполнены сплошными по всей высоте вагона и служат для крепления поперечной стены пассажирского помещения. Между крайней и последней оконной стойками расположен вертикальный канал вентиляции тяговых двигателей.

В верхней части каналов имеются смотровые лючки, закрытые специальными крышками. Между элементами обрешетки укладывают теплоизоляционные плиты. Плиты обтянуты гидроизоляционной полиэтиленовой пленкой. Внутренняя обшивка боковых стен и потолка выполнена из сверхтвердых древесноволокнистых плит и оклеена декоративным бумажнослоистым пластиком. К деревянной обрешетке обшивка крепится шурупами, а стыки перекрываются гнутыми алюминиевыми или плоскими анодированными штабиками. В тамбурах штабики окрашены в серый цвет. Между оконными вертикальными стойками устанавливают оконные коробки, в которых монтируют окна. Коробки прикреплены специальными планками к шпилькам, приваренным к стойкам кузова. К боковым внутренним сторонам оконных коробок крепятся специальные штампованные рельсы, по которым перемещается вверх верхняя часть подъемной рамы.

Конструкция потолка аналогична конструкции боковых стен. Она состоит из деревянных дуг, продольных брусков и реек. Деревянный каркас крепят болтами к металлическим дугам крыши. Внутреннее пространство каркаса заполнено теплоизоляционными пакетами, под которые кладут полиамидную пленку. Каркас обшит сверхтвердыми древесноволокнистыми плитами и окрашен в белый цвет. В средней части потолка пассажирского помещения в нише шириной расположен вентиляционный канал. По обе стороны от центрального вентиляционного канала в два ряда по центру диванов расположены два желоба для размещения светильников. В тамбурах над потолком устроены чердаки, по концам которых расположены вентиляционные агрегаты, для обслуживания которых предусмотрены два больших люка. Обшивку торцовых стен кузова прикрепляют к деревянным брускам, которые прикреплены к вертикальным стойкам каркаса. На торцовых стенах по обе стороны средней двери перегородками образованы шкафы для размещения электрической и пневматической аппаратуры. Концевые стены без шкафов имеют обшивку без отопления.

Каркас лобовой стены головного вагона состоит из горизонтальных брусков. Лобовая стена утеплена пакетами из мипоры. С внутренней стороны кабины лобовая стена обшита древесноволокнистым пластиком.

В кабине машиниста установлены три сиденья. Для машиниста и его помощника сиденья полумягкие и имеют откидные подлокотники. Конструкция сидений позволяет регулировать их высоту и угол наклона, а также перемещать сиденья вдоль оси вагона и поворачивать на 360° вокруг вертикальной оси. Третье сиденье – откидное, оно предназначено для инструктора или проверяющего.

В пассажирских помещениях установлены широкие и узкие окна с двойным остеклением. Окна состоят из двух рам – внутренней и наружной. Внутренняя рама крепится к деревянной коробке окна шарнирно с помощью петли. Отвернув винты и сняв алюминиевую армировку, можно открыть внутреннюю раму для мытья внутренней поверхности стекол или замены внутреннего или наружного стекла.

Кабина машиниста имеет 4 окна: два лобовых и два боковых. Лобовые окна имеют одинарное остекление из безосколочного стекла (триплекса) с пленочным обогревом. Боковые окна кабины машиниста имеют неподвижную и подвижную части. Неподвижная часть бокового окна застеклена электрообогревным триплексом, а панель открывающейся части бокового окна изготовлена из безосколочного закаленного стекла. Над боковыми окнами установлены указатели маршрута. Против боковых окон кабины машиниста на кронштейнах установлены зеркала для наблюдения за посадкой пассажиров на остановках и за состоянием поезда и встречных поездов во время движения. Атмосферные осадки с поверхности стекол удаляются стеклоочистителями с пневматическим приводом.

Пассажирское помещение вагонов отделено от входных дверей двумя поперечными стенами. Оставшееся пространство по концам вагонов образует тамбур. У головного вагона часть переднего тамбура отгорожена и образует кабину машиниста, служебный коридор, служебное помещение и туалетную. К торцовым стенам вагонов по обе стороны от торцевой двери крепятся шкафы для размещения панелей электро- и пневмоаппаратуры, выполненные из алюминиевого листа. Поперечные стены и перегородки выполнены в виде двух параллельных щитов, образующих «пазуху» для раздвижных дверей (рисунок 26).

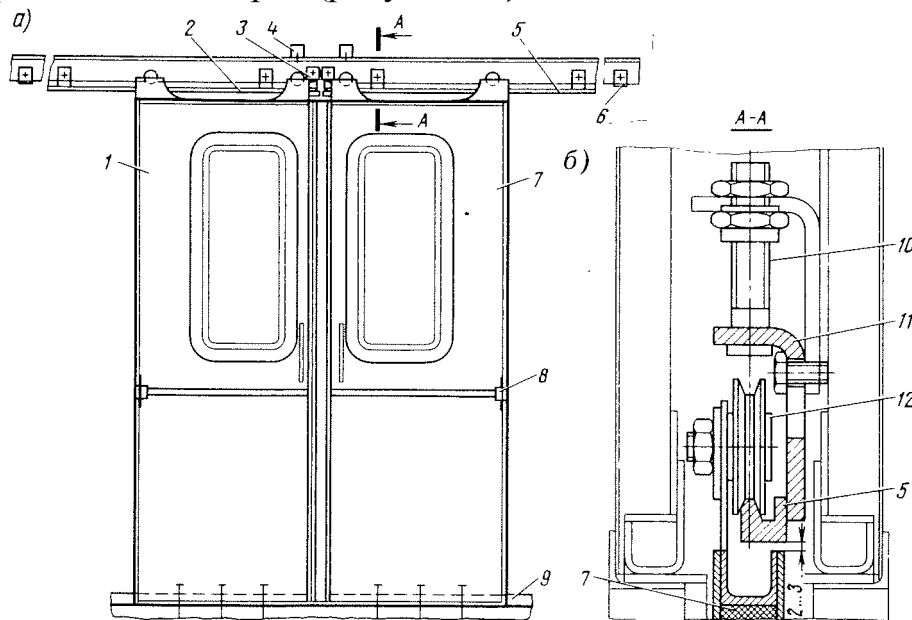


Рисунок 26. Раздвижные двери пассажирского помещения (а) и узел их подвешивания (б):

Раздвижные двери из тамбура в пассажирское помещение подвешены на роликах 12, перекатывающихся на специальных рельсах 5, укрепленных на каркасе поперечной стены. Створки дверей выполнены штампованными из алюминиевых сплавов. Верхняя часть створок 1 дверей застеклена.

Опорные рельсы 2, 5 имеют наклон к середине вагона, благодаря чему обе створки двери после открывания их сами закрываются, а также удерживаются в закрытом положении при боковой качке и при прохождении поезда в кривых участках пути. Внизу дверь скользит по направляющему угольнику 9, укрепленному в дверном проеме на полу вагона. В средней части каждая створка направляется двумя прижимными роликами 8.

Дверь в закрытом положении удерживается усилием пружины, которое создается в том случае, когда направляющие ролики переходят за выступы металлической планки. Для регулировки положения дверей в верхних углах дверных створок со стороны тамбура имеются лючки. Для этой же цели над дверью имеется наддверной люк. В летний период раздвижные двери держат открытыми, для чего упоры-ограничители 4, 6, укрепленные на верхнем профиле дверного проема, должны быть переставлены на другую позицию.

Наружные раздвижные двери состоят из двух алюминиевых створок 1 (рисунок 27), подвешенных на кронштейнах 4 к рейке 3.

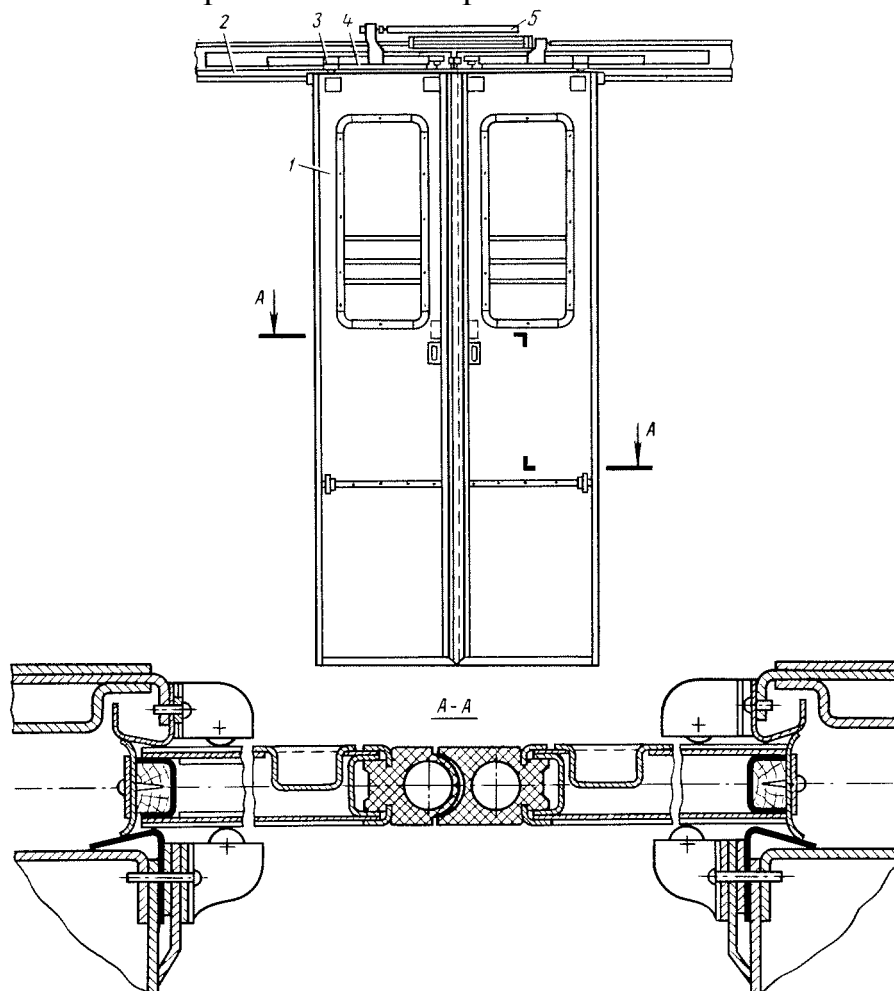


Рисунок 27. Наружные раздвижные двери

Рейки опираются на два ряда стальных шариков, которые перекатываются по рельсу 2 П-образного сечения. Рельс жестко укреплен болтами над дверным проемом. В нижней части каждая из створок прижимается двумя направляющими резиновыми или капроновыми роликами. Нижние кромки створок входят в пазухи нижней части боковой стенки кузова.

Каждая створка дверей в верхней части застеклена. Стык между обеими створками заполнен взаимозаменяющимися резиновыми уплотнениями, обеспечивающими плотное прилегание створок друг к другу. Раздвижные двери имеют электропневматический привод, состоящий из пневматических цилиндров 5, штоки которых связаны со створками дверей. Каждая полость цилиндра соединена с электропневматическими вентилями.

Машинист, включая кнопки на пульте управления, подает питание на катушки электропневматических вентилей и управляет подачей воздуха в переднюю или заднюю полость цилиндра и таким образом закрывает или открывает двери.

Для освещения пассажирского помещения вагонов на потолке в два ряда установлены светильники плафонного типа. Число светильников в моторном вагоне – 17, в прицепном вагоне – 16, в головном вагоне – 12. Штампованный стальной корпус светильника окрашен белой эмалью горячей сушки. Матовое стекло в откидной хромированной рамке имеет в нижней части ребристую линзу, усиливающую световой поток и дающую равномерную освещенность. Проводку к светильникам ведут между обшивкой потолка в резиновых трубках, в местах разводки проводов к светильникам предусмотрены специальные клеммовые рейки.

В тамбурах вагонов установлены по два плафона с лампами основного и дежурного освещения, в служебном тамбуре – один плафон с лампой 60 Вт. На вагонах установлены также лампы для освещения ходовых частей подвагонных камер, шкафов с аппаратурой, чердачных помещений, туалетных, коридоров и служебных помещений. В кабине машиниста установлены лампы подсветки приборов пульта управления, сигнальные лампы.

Для оповещения пассажиров о маршруте и остановках поезда, для ведения служебных разговоров вагоны электропоезда оборудованы громкоговорителями. Четыре громкоговорителя – по два с каждой стороны пассажирского помещения – установлены на потолке между плафонами освещения. По одному громкоговорителю установлено в каждом тамбуре. В кабине машиниста – два громкоговорителя.

Система отопления вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е (рисунок 28) состоит из электрических печей, расположенных в заземленных кожухах на полу под ди-ванами, и электрокалорифера, разделенного на две ступени и расположенного по концам потолочного вентиляционного канала.

Для обогрева салонов применяют электрические печи 7 типа ПЭТ-1УЗ. В пассажирском помещении моторных вагонов установлено 20 печей общей мощностью 14 кВт, головных вагонов – 14 печей общей мощностью 9,8 кВт, в прицепном – 19 печей общей мощностью 13,3 кВт. Кроме того, по две печи установлено в туалетных головного и прицепного вагонов. Большая часть печей 7 расположена ближе к входным дверям.

В пассажирском помещении температура поддерживается автоматически в пределах $+11 \div +15^{\circ}\text{C}$. Включение и выключение печей происходит автоматически под контролем датчиков-реле температуры ТЖ-В, установленных в салоне на боковой стене.

Для защиты вентиляционного потолочного канала 6 от перегрева около калориферов установлены термозащитные реле, плавкий контакт которых размягчается

и разрывается листовыми пружинами при температуре в канале 105–125 °С. Вентиляционный канал по всей длине защищен асбестовой бумагой. В месте установки калорифера канал с каждой стороны имеет по 2 щита, направляющих воздух в зону наибольшего нагревания элементов.

Вагоны электропоездов ЭР9М и ЭР9Е оборудованы принудительной приточной вентиляцией. Система приточной вентиляции состоит из жалюзи с фильтрами 4 очистки воздуха, вентиляционных агрегатов 3 и потолочного вентиляционного канала 6. Вентиляционные агрегаты расположены в чердачных помещениях над передним и задним тамбурами. Каждый вентиляционный агрегат типа 013/000 состоит из основания и центробежного вентилятора, рабочее колесо которого насажено на вал электродвигателя АОМ-32-4. Для регулирования подачи воздуха в салон на выходном отверстии вентилятора установлен дроссель-клапан 2. Дроссель-клапан имеет 3 положения: Л (летнее), П (переходное) и З (зимнее). В зависимости от времени года установка нужного режима осуществляется вручную – с помощью ручки.

Наружный воздух засасывается через жалюзи 4, расположенные над входными дверями. Затем воздух через фильтры поступает в чердачное помещение, а оттуда через дроссель-клапан нагнетается вентилятором в потолочный вентиляционный канал, из которого через отверстия в листах канала поступает в пассажирское помещение.

Моторные вагоны, кроме вентиляционной установки пассажирского помещения, имеют системы вентиляции тяговых двигателей, расщепителя фаз, выпрямительной установки, масляных радиаторов охлаждения тягового трансформатора и сглаживающего реактора. Каждый тяговый двигатель 10 для охлаждения имеет свой отдельный фильтр 8 (см. рисунок 28) и вентиляционный канал 9. Воздух для охлаждения тягового двигателя забирается через жалюзи над входными дверями в крыше вагона в фильтровые камеры. Оттуда он подается по вертикальному каналу, расположенному в пассажирском помещении внутри поперечной стенки, примыкающей к тамбуру, и по подвагонному каналу через гибкое соединение (брезентовый рукав) к тяговому двигателю.

Вагоны электропоездов ЭР9М и ЭР9Е оборудованы подножками для выхода как на высокие, так и на низкие платформы. Подножки расположены в нишах боковых стен у каждой боковой двери. Во время движения подножки закрываются (кроме нижней ступеньки) дверями. Нижняя ступенька съемная, ее крепят к кузову болтами.

При работе электропоезда на участках только с высокими платформами подножки перекрывают съемными мостками из рифленой листовой стали. На участках с выходом на высокие и низкие платформы мостки убирают и хранят в шкафах каждого вагона.

Для подъема на крышу на моторных вагонах установлены складные лестницы, запираемые специальным замком. Для хождения по крыше при осмотре и ремонте крышевого оборудования с обеих сторон оборудованы деревянные мостики. На раме головного вагона установлен путеочиститель. Высота нижней кромки путеочистителя от уровня головок рельсов должна быть не менее 175 мм под тарой вагона. На путеочистителе и лобовой части предусмотрены специальные скобы и поручни, позволяющие обслуживающему персоналу протирать лобовые окна.

Для обеспечения безопасности пассажиров и обслуживающего персонала и защиты их от поражения электрическим током при нарушении изоляции электрических цепей кузова вагонов электрически соединены с рамой тележки с помощью медного гибкого провода. Рама тележки таким же проводом соединена с буксой колесной пары. Это вызвано тем, что кузов не «заземлен» на рельс, так как он опирается на боковые скользуны, установленные на резиновых прокладках, а надрессорный брус тележки соединен с кузовом специальным шкворнем с резиновой-втулкой.

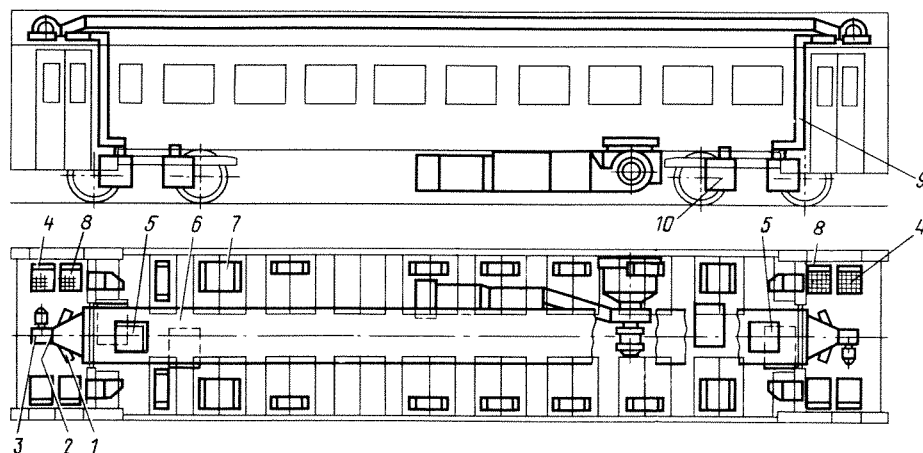


Рисунок 28. Система вентиляции и отопления моторного вагона

Ударно-сцепные приборы

Все моторные, прицепные и головные вагоны электропоездов оборудованы автосцепкой нежесткого типа СА-3. Автосцепка предназначена для соединения вагонов друг с другом и для передачи тяговых усилий, а также для поглощения ударов, возникающих при движении и маневровой работе. Автосцепка с поглощающим аппаратом воспринимает горизонтальные растягивающие усилия (при тяге), горизонтальные сжимающие усилия (в момент соединения вагонов) и ударные нагрузки (на маневрах и при следовании с поездом). Поглощающий аппарат гасит значительную часть энергии ударов, приходящихся на автосцепку, за счет сил трения и сжатия резинометаллических элементов.

Комплект автосцепного оборудования состоит из корпуса 1 (рисунок 29), тягового хомута 5, поглощающего аппарата 9, упорных угольников 8, упорной плиты 6, ударной розетки. Автосцепка представляет собой стальной литой корпус 1, имеющий хвостовик с вертикальным отверстием и «голову», внутри которой помещается механизм сцепления. Голова автосцепки имеет большой 12 и малый 11 зубья с пространством между ними, называемым зевом.

Сцепной механизм автосцепки состоит из замка, замкодержателя с противове- сом, собачки (предохранителя замка) и полочки. При сцеплении малый зуб 11 одной головы скользит по скошенной поверхности большого зуба 12 другой головы, а замки утапливаются внутрь голов автосцепки. После того как малый зуб одной автосцепки войдет в зев другой автосцепки, замки под действием собственного веса опускаются и, расклинивая друг друга, препятствуют обратному выскальзыванию малых зубьев. Для предупреждения саморасцепления верхнее плечо собачки западает в паз замкодержателя. При сцепленном положении механизмов сигнальные отростки замков не должны быть видны.

Расцепление автосцепки происходит тогда, когда замок одной головы может переместиться внутрь нее. Для расцепления автосцепок необходимо поднять и повернуть расцепной рычаг 14. При этом натяжение цепочки 2 приведет к вращению валика подъемника и самого подъемника.

Подъемник верхним пальцем нажимает на плечо собачки, в результате чего другое верхнее плечо поднимается и занимает положение выше противовеса замкодержателя. При дальнейшем движении палец подъемника нажимает на выступ замка и отводит его в положение расцепа, а подъемник подходит к расцепному углу замкодержателя, нажимает на него снизу, поднимает вверх и проскакивает его. Замкодержатель под действием собственного веса опускается вниз, при этом сигнальный отросток замка выходит из отверстия наружу, что характеризует расцепленное положение автосцепки. Механизм автосцепки будет находиться в расцепленном положении и останется в нем, пока головы автосцепок не будут разведены.

Для смягчения ударов и рывков, передаваемых от автосцепки к раме кузова, служит резиновый поглощающий аппарат, расположенный внутри тягового хомута 5 между задними упорными угольниками 8 и упорной плитой 6.

Тяговый хомут представляет собой стальную отливку, состоящую из двух горизонтальных полос, соединенных по концам вертикальными связями. Передняя часть хомута имеет окно для прохода хвостовика автосцепки и отверстия для клина. В верхней части хомута под отверстием для клина есть два ушка с отверстиями для постановки болтов с планкой, служащих опорой клину. Клин, соединяющий хвостовик автосцепки с тяговым хомутом, ставят снизу. От подъема вверх клин удерживается заплечиками.

Автосцепка присоединяется к тяговому хомуту 5 с помощью клина 10, для чего в хвостовике корпуса 1 имеется вертикальное продолговатое отверстие. Во время пуска электропоезда автосцепка при помощи клина перемещает тяговый хомут, который тянет за собой корпус поглощающего аппарата. При этом резинометаллические элементы сжимаются и поглощают энергию воспринятого автосцепкой удара.

После полного сжатия поглощающего аппарата непоглощенная часть энергии через передний упор передается на буферный брус рамы кузова через розетку. Розетку используют также для подвешивания маятникового устройства, состоящего из центрирующей балочки и двух маятниковых подвесок. При отклонении корпуса автосцепки, лежащего на балочке в горизонтальной плоскости, это маятниковое подвешивание стремится вернуть корпус автосцепки в среднее положение. При сжатии вагонов усилие, воспринимаемое автосцепкой, передается через хвостовик на нажимную плиту и далее через поглощающий аппарат и задние упорные угольники на хребтовую балку вагона.

Высота оси корпуса автосцепки над головками рельсов у моторных и прицепных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е (1150 ± 20) мм. На головном вагоне со стороны лобовой части высота оси автосцепки от головки рельса 1070 ± 20 мм. Автосцепки на заднем конце головного вагона, а также на моторном и промежуточном прицепном вагонах расположены на равных уровнях относительно рельсового пути, что улучшает условия приложения продольных сил к раме вагона.

Для снижения продольных динамических усилий, возникающих при трогании или торможении из-за наличия зазоров в автосцепных приборах, установлены пере-

ходные площадки с упругими резиновыми уплотнениями (баллонами). Их используют также для перехода людей из вагона в вагон.

Плотность переходного соединения обеспечивается за счет упругости резиновых баллонов. Баллоны замкнутого сечения изготавливают из резиновой пластины специального профиля. Вертикальные и горизонтальный баллоны закрепляют с помощью болтов на профилях торцевой стены вокруг дверного проема.

Под вертикальными баллонами расположено амортизирующее устройство, состоящее из двух амортизаторов, к которым крепится упорная балка. Переходный мостик состоит из двух стальных листов, один из которых прикреплен к порогу торцевой двери, а другой – к верхнему профилю упорной балки.

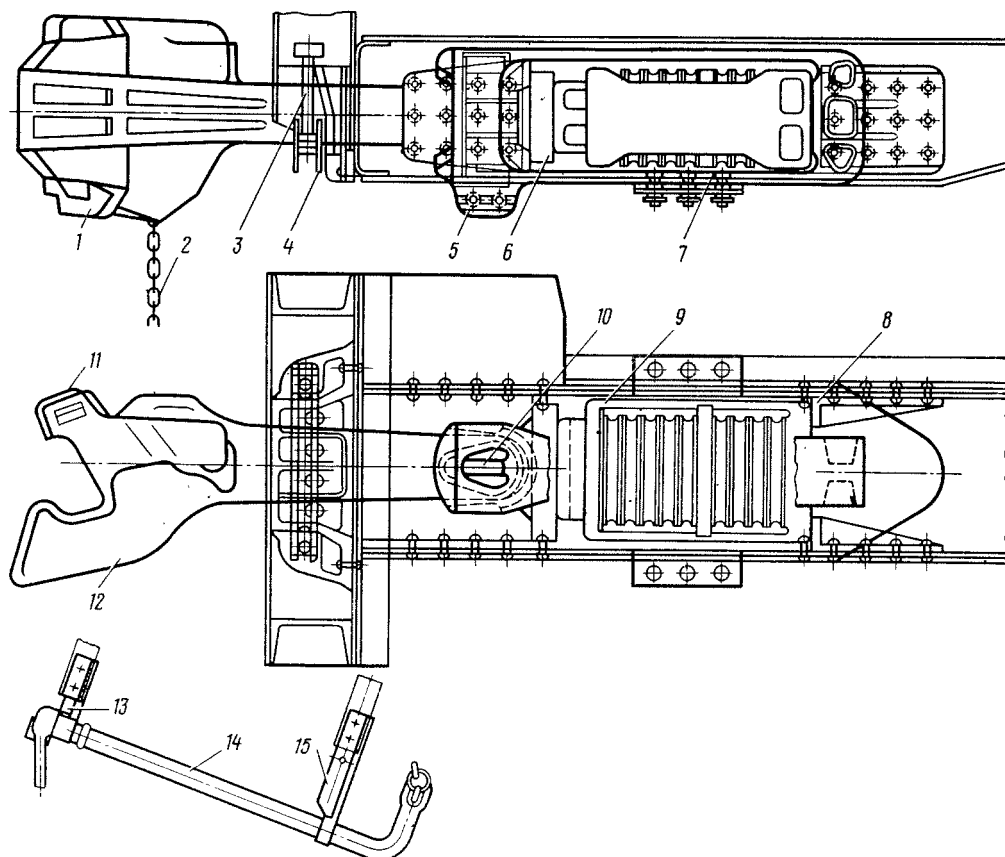


Рисунок 29. Автосцепка СА-3 с поглощающим аппаратом

Тормозная рычажная передача

Тормозная рычажная передача служит для передачи усилия от тормозных цилиндров или от привода ручного тормоза к тормозным колодкам.

Тормозная рычажная передача моторных вагонов размещена непосредственно на раме тележки. Преимуществами такой системы являются устранение громоздкой подвагонной системы рычагов и тяг и повышение ее к. п. д. вследствие меньших потерь на трение в шарнирах. Тормозная рычажная передача моторного вагона (рисунок 30) состоит из четырех самостоятельных взаимозаменяемых узлов (по 2 на каждой тележке). В каждый узел входит тормозной цилиндр 5, рычажная передача, автоматический регулятор 9 выхода штока пневмомеханического действия.

Тормозные цилиндры 5 установлены на обеих продольных балках с внешней стороны таким образом, что поршни их работают в одну и ту же сторону вдоль тележки. Шток поршня каждого цилиндра соединен с коротким наклонным рычагом

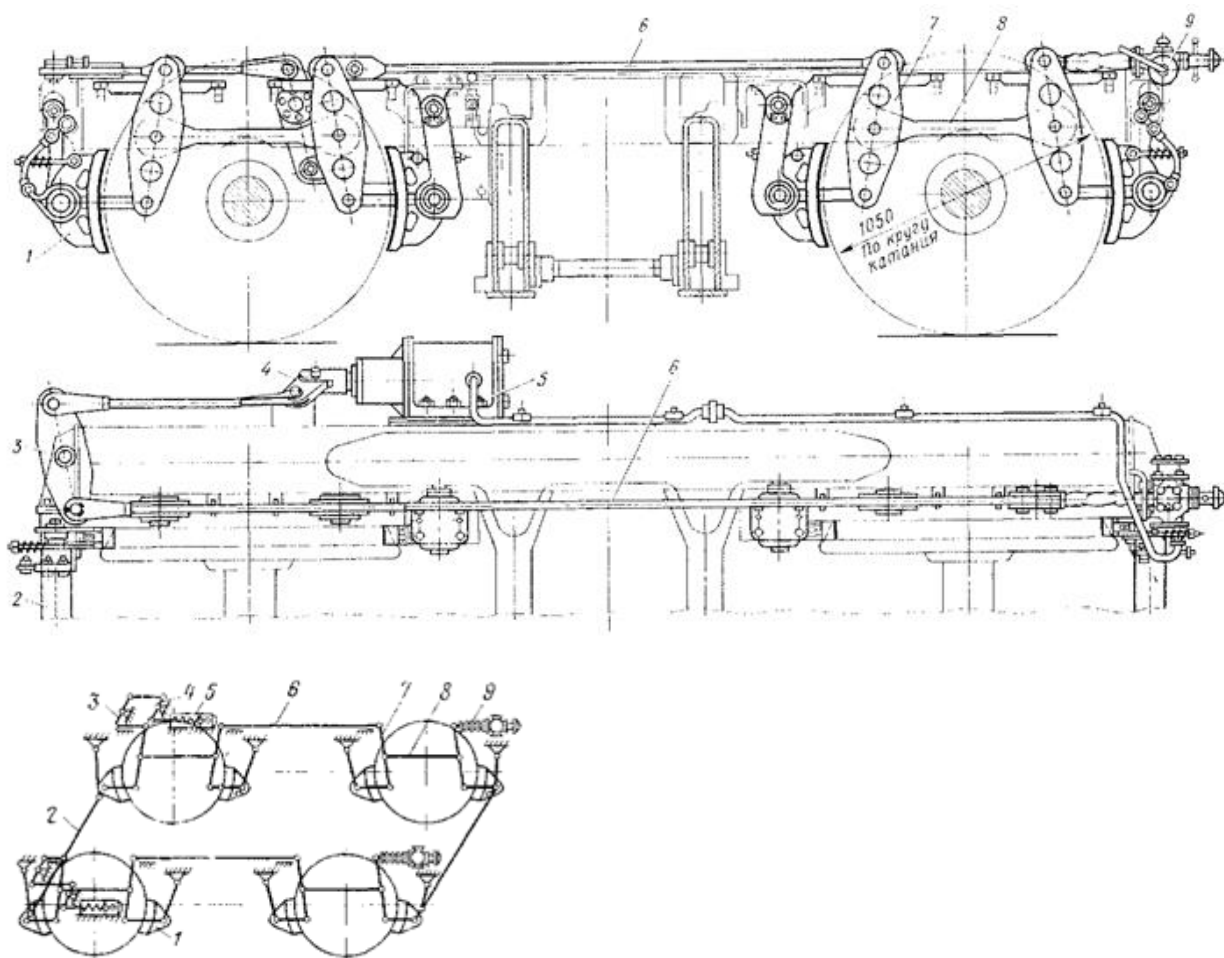


Рисунок 30. Тормозная рычажная передача тележки моторного вагона и ее схема: 4, укрепленным на кронштейне продольной балки рамы тележки. Второй конец рычага 4 короткой тягой соединен с горизонтальным рычагом 3. Внутренний конец рычага 3 соединен звеном с верхним концом вертикального рычага 7. Нижний конец рычага 7 соединен короткой тягой с тормозным башмаком 1. Тормозные башмаки у внешних концов тележки насажены на цапфы тормозной траверсы 2. Траверсы с башмаками удерживаются на подвесках. Тормозные башмаки, расположенные с внутренней стороны колесных пар, подвешены на массивных подвесках коробчатого сечения. Подвески внутренних тормозных башмаков соединены тягами с нижними концами средних вертикальных рычагов 7, середина которых связана затяжками 8 с серединой внешних вертикальных рычагов. Верхние концы внутренних вертикальных рычагов соединены между собой средней тягой 6, которой осуществляют также передачу тормозного усилия от одной колесной пары к другой. Крайние вертикальные рычаги соединены с концевыми тягами, имеющими резьбовую часть, которые взаимодействуют с регулятором выхода штока. Головки соединительных звеньев, средней и концевой тяг опираются на направляющие планки, прикрепленные к внутренним стенкам продольных балок рамы тележки. Для автоматического регулирования выхода штока тормозного цилиндра по мере износа тормозных колодок на раме тележек установлены регуляторы пневмомеханического действия.

Тормозная рычажная передача прицепных и головных вагонов приводится в действие от тормозного цилиндра и состоит из горизонтальных рычагов и тяг, размещенных под рамой кузова, и рычажной передачи, размещенной на тележках.

Шток тормозного цилиндра 7 (рисунок 31) соединен с горизонтальным рычагом 6, другой конец которого присоединен к центральной тяге 2, ведущей к тормозной рычажной передаче на тележке. В средней части горизонтальный рычаг 6 соединен затяжкой 1 (коротким рычагом) с горизонтальным рычагом 8. Горизонтальный рычаг 8 одним концом шарнирно укреплен к кронштейну «мертвой точки», установленному на задней крышке тормозного цилиндра 7. Второй конец этого рычага через автоматический регулятор хода поршня соединен центральной тягой 9 с балансиром 10 тормозной рычажной передачи другой тележки. Тормозная передача тележек КВЗ-ЦНИИ прицепных и головных вагонов состоит из двух тяг 11, идущих от балансира 10 к концевым вертикальным рычагам 12 на тележке. Нижние концы вертикальных рычагов при помощи плоских штампованных звеньев соединены с ушками тормозной траверсы 13, на цапфы которой насажены тормозные башмаки с колодками 14. Траверсы подвешены на подвесках, имеющих круглое сечение стержня и закрепленных на кронштейнах концевых балок рамы тележки. Середина первого вертикального рычага соединена с серединой второго рычага плоской затяжкой 15, которая подвешена на плоских штампованных подвесках и крепится к кронштейнам средних продольных балок рамы тележки. Нижний конец вертикального рычага соединен с траверсой и башмаками так же, как и у первого рычага. Верхний конец рычага средней тягой соединен с верхним концом вертикального рычага. Последний, четвертый рычаг подвешен к неподвижному кронштейну «мертвой точки» 16 на средней продольной балке. Тормозные башмаки, так же как и у моторных тележек, имеют оттяжное устройство для регулировки положения колодок относительно поверхности катания колеса. В тормозной рычажной передаче прицепных и головных вагонов установлен автоматический регулятор выхода штока. Регулятор бескулисный, одностороннего действия со стержневым приводом обеспечивает постоянство зазоров между тормозными колодками и поверхностями катания колесных пар независимо от их износа.

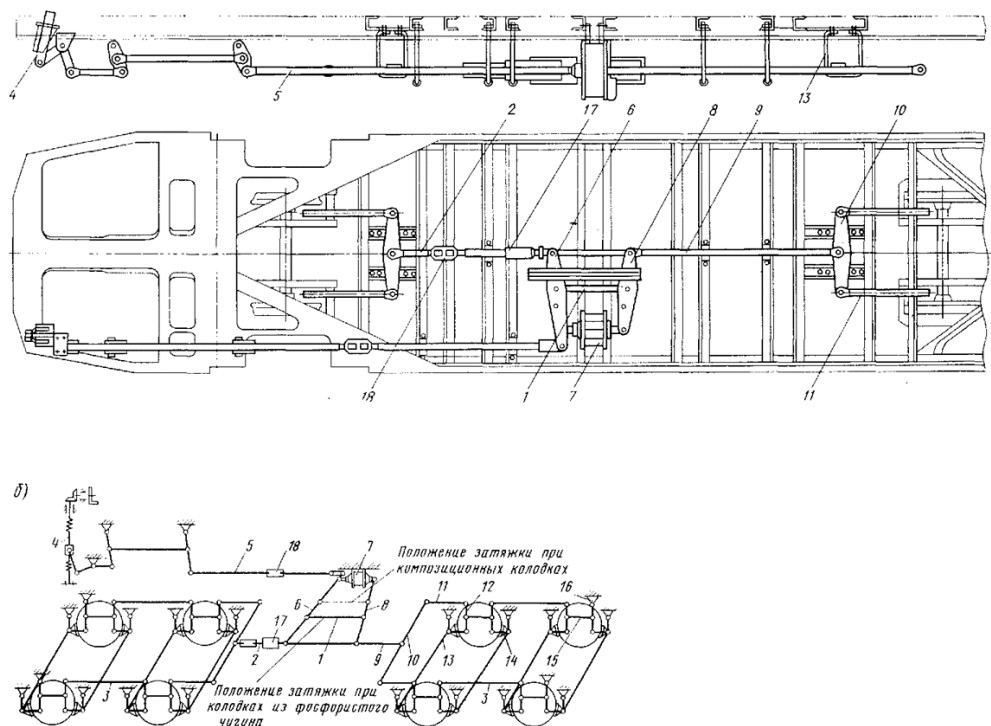


Рисунок 31. Тормозная рычажная передача прицепного (головного) вагона

Кроме пневматического привода, тормозная рычажная передача имеет ручной привод. Передача от колонки ручного привода на моторных вагонах осуществлена с помощью гибкого стального троса и системы рычагов. Ручной привод тормоза прицепных и головных вагонов электропоездов ЭР9М и ЭР9Е осуществлен с помощью коленчатого рычага от колонки и специальной тяги. Ручной привод тормоза представляет собой колонку (рис. 57), которую устанавливают в кабине машиниста головного вагона или на задней торцевой стене кузова снаружи вагона для других вагонов.

ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Тяговые двигатели служат для преобразования электрической энергии в механическую, которая затрачивается на приведение во вращение колесных пар моторных вагонов электропоездов и преодоление всех сил сопротивления движению электропоезда. Особые условия работы тяговых двигателей требуют, чтобы они без влияния на свои механические и электрические данные могли переносить динамические воздействия от пути. Поэтому огромное значение имеет способ подвески тягового двигателя на тележке моторного вагона. На электропоездах серии всех модификаций ЭР9 применена независимая опорно-рамная подвеска, при которой тяговый двигатель жестко укреплен на раме тележки вагона, а передача вращающего момента на ось колесной пары осуществляется через муфту. В связи с тем что тяговый двигатель расположен под вагоном, он подвержен различным климатическим воздействиям, что усложняется еще и тем, что на электропоездах применяют тяговые двигатели с самовентиляцией с забором охлаждающего воздуха через специальные каналы с крыши вагона. Поэтому тяговые двигатели находятся в тяжелых условиях влияния внешней среды и особенно зимой. Тяговые двигатели электропоездов находятся также в ограниченных размерах габарита моторной тележки, что усложняет уход в эксплуатации за их щеткодержателями и коллекторами, в то время как для надежной и безаварийной работы тяговых двигателей необходим тщательный уход за ними в эксплуатации. Надежность работы тяговых двигателей зависит также от класса изоляции применяемых в них диэлектрических материалов. В тяговых двигателях электропоездов обычно применяется изоляция класса В, допускающая температуру перегрева для якоря 120 °С, для обмоток полюсов – 130 °С. В настоящее время для изоляции тяговых двигателей начали применять кремнийорганические материалы, позволяющие значительно повысить перегревы обмоток тяговых двигателей.

Конструкция тягового двигателя в значительной степени определяется системой его подвески на локомотиве и его приводом. Тяговый двигатель состоит из остова, главных и дополнительных полюсов, якоря, щеткодержателей с кронштейнами, двух подшипниковых щитов и вентилятора (на самовентилируемых двигателях). На электропоездах переменного тока ЭР9М установлен самовентилируемый тяговый двигатель РТ-51Д, а на ЭР9Е – типа РТ-51М. Они предназначены для привода колесных пар электропоезда и устанавливаются на тележке моторного вагона. Подвеска двигателя независимая опорнорамная. Передача вращающего момента на ось вагона осуществляется через упругую (кордную) муфту и одностороннюю зуб-

чатую передачу с передаточным отношением 3,17. Двигатели имеют последовательное возбуждение.

Остов 1 тягового двигателя (рисунок 32) является несущим узлом конструкции машины, так как к нему крепятся главные и дополнительные полюсы, подшипниковые щиты, кронштейны щеткодержателей, и является магнитопроводом. Остов имеет в поперечном сечении восьмигранную форму. Опирается он на раму тележки двумя приливами и крепится к ней консольно за два имеющих на станине П-образных выступа двумя болтами. Со стороны, противоположной приливам, остов имеет выступы, предохраняющие его от падения на путь в случае повреждения устройств подвешивания. В остоле предусмотрены три коллекторных люка (сверху, снизу, сбоку слева) и один верхний вентиляционный люк для забора воздуха (рисунок 33). Коллекторные люки обеспечивают доступ к коллектору и щеткодержателям в процессе эксплуатации тягового двигателя и при ремонте. Две крышки 2 и 3 (снизу и сбоку) плоские, верхняя 4 – выпуклая. Их уплотняют войлоком или губчатой резиной и запирают специальными замками. Охлаждающий воздух по специальному воздушному каналу в кузове вагона засасывается за счет разрежения к вентиляционному люку двигателя через гибкий патрубок и выбрасывается лопатками вентилятора через выхлопные отверстия, закрытые сетками. Внутри остола имеются обработанные приливы под сердечники полюсов, обеспечивающие правильную их установку. Для крепления главных и дополнительных полюсов в остоле просверлены отверстия (по три на каждый полюс) для болтов.

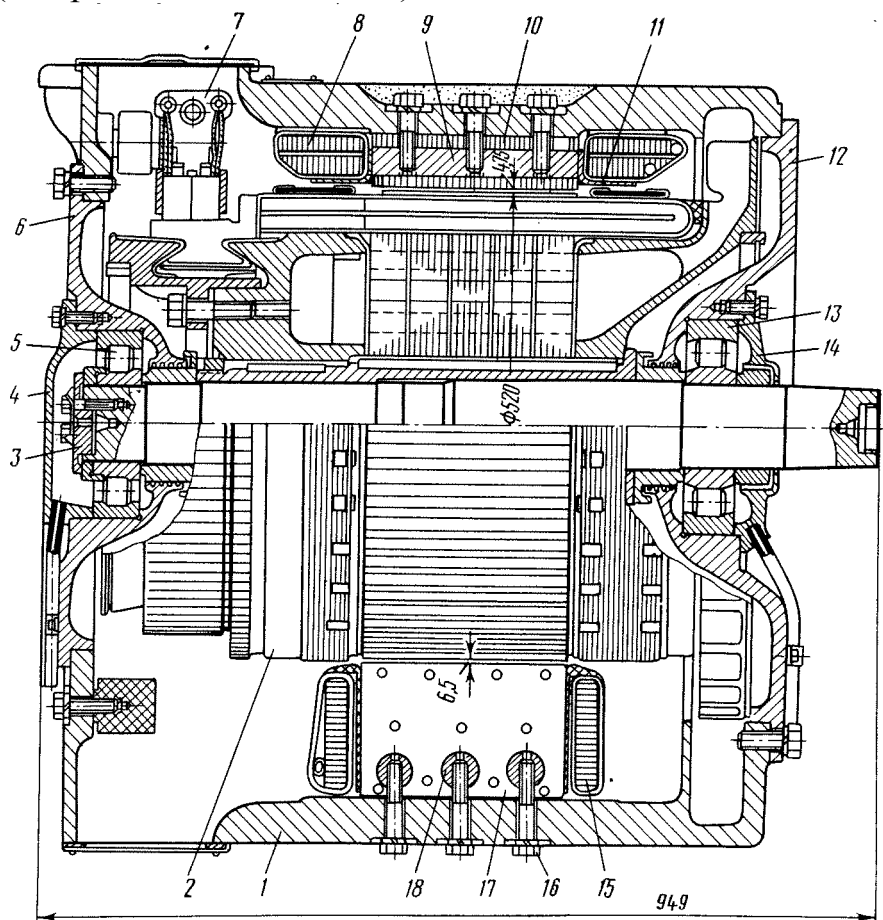


Рисунок 32. Продольный разрез двигателя РТ-51М

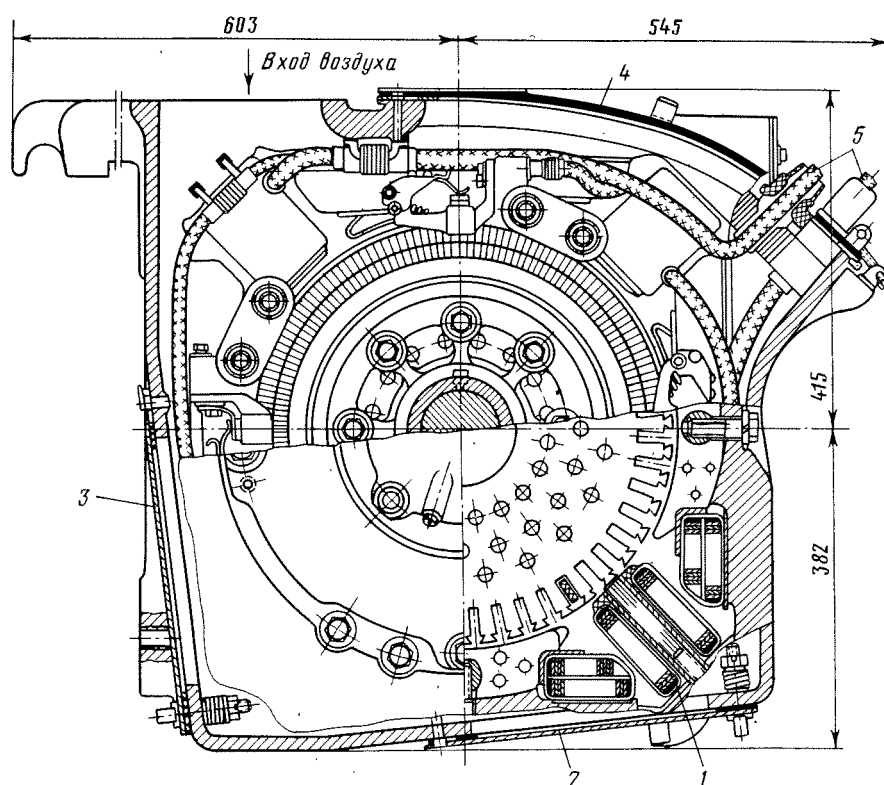


Рисунок 33. Поперечный разрез двигателя РТ-51М

Главные и дополнительные полюсы. Главные полюсы 1 тягового двигателя служат для создания основного магнитного потока. Тяговые двигатели РТ-51Д имеют четыре главных полюса. Каждый полюс состоит из сердечника, катушки и выводных кабелей. Собранные листы сердечника полюса спрессовываются в пакет и склепываются четырьмя заклепками, для которых в листах штамповкой сделаны соответствующие отверстия. Для крепления сердечника к остову в середине листов проштамповано отверстие, в которое пропущен стальной стержень. Между катушками полюсов и станиной установлены пружинные рамки, а между катушками и угольниками полюсов – латунные фланцы.

Дополнительные полюсы служат для создания магнитного поля в коммутационной зоне. Под влиянием этого поля в коммутирующих витках наводится э.д.с., направленная против реактивной э.д.с. Включение обмоток дополнительных полюсов последовательно с обмоткой якоря способствует автоматической компенсации реактивной э.д.с. при изменении режима работы двигателя. Дополнительный полюс, как и главный, состоит из сердечника и катушки. Листы с помощью заклепок собираются и стягиваются в пакет. Крепление сердечника дополнительного полюса к остову производится тремя болтами, которые ввертываются в стальные стержни сердечников, проходящие через отверстия поперек полюсов. Между сердечником и станиной проложена текстолитовая прокладка, создающая диамагнитный зазор в цепи дополнительного полюса. Для удерживания катушки имеются два буртика, на которые она опирается фланцами. Сердечники главных полюсов шихтуются перпендикулярно оси якоря, а дополнительных полюсов – параллельно оси якоря.

Катушки главных полюсов (рисунок 34) двухслойные, состоят из 68 витков шинной меди МГМ 1,95X22 мм, намотанной плашмя. В верхнем ряду (у остова) имеется 39 витков, в нижнем – 29.

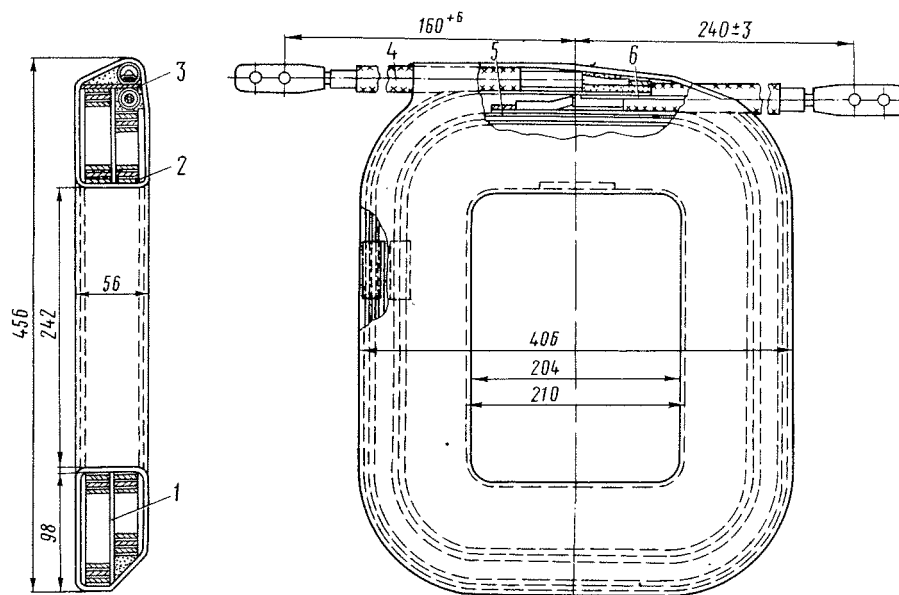


Рисунок 34. Катушка главного полюса

Катушки дополнительных полюсов (рисунок 35) намотаны на ребро из шинной меди МГМ 3,05X26,3 мм и имеют по 37 витков. Они изолированы от корпуса шестью слоями стеклослюдинитовой ленты толщиной и двумя слоями стеклотенты. Междувитковая изоляция обеих катушек выполнена из асбестовой бумаги. Внутренние пустоты катушек заполняются специальной замазкой. После изолирования катушек для придания им монолитности и создания лучшего теплообмена их подвергают пропитке в компаунде с последующим покрытием изоляционным лаком. Готовые катушки испытывают на отсутствие междувитковых замыканий импульсным напряжением 250 В на виток. Испытательное напряжение для обмотки статора тягового двигателя РТ-51Д равно 5500 В (частотой 50 Гц) в течение 1 мин.

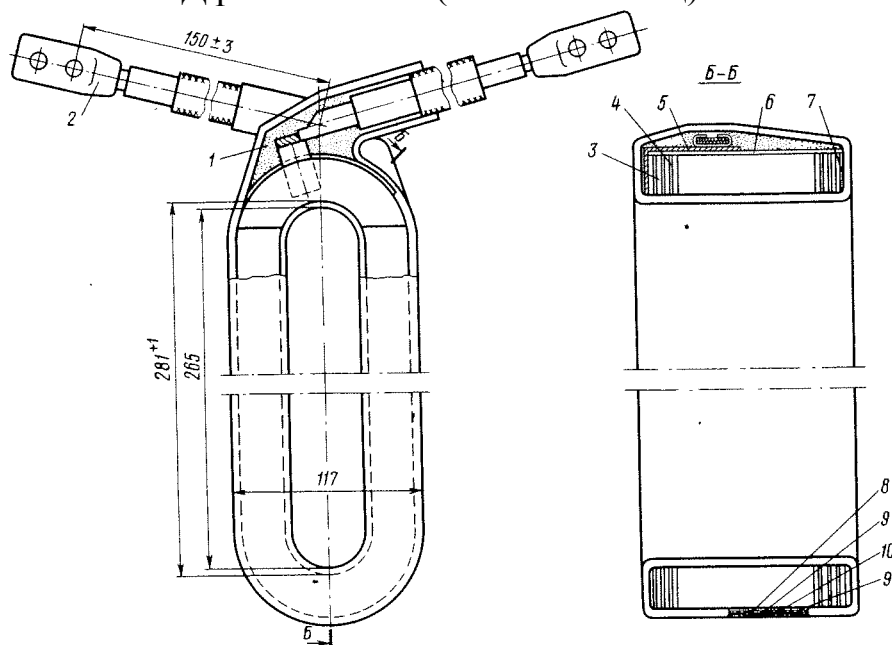


Рисунок 35. Катушка дополнительного полюса

Щеткодержатель тягового двигателя является токоподводящим узлом к коллектору и устанавливается на кронштейне, который крепится к внутренней торцевой стенке остова со стороны коллектора. Щеткодержатель (рисунок 36) состоит из

корпуса 1 и нажимного устройства. На тяговом двигателе РТ-51Д установлены 4 щеткодержателя. Кронштейн щеткодержателя изготавливается из пластмассы, в который армированы стальные втулки с резьбой для крепления его двумя болтами к остову двигателя. Кроме того, кронштейн армирован каркасом со стальной гребенкой для сочленения с корпусом щеткодержателя. Корпус щеткодержателя выполняется литьем под давлением из латуни и крепится к кронштейну болтом. Корпус имеет два окна под щетки. Нажимное устройство состоит из нажимного пальца 2, винтовой пружины 3 и оси 4. Оно собрано на оси, которую крепят в отверстиях на корпусе щеткодержателя с помощью шплинта. В щеткодержателе с винтовыми пружинами нажатие на щетку по мере ее износа остается постоянным, так как при износе щетки уменьшение силы нажатия компенсируется увеличением приложения этой силы. На кронштейне имеется площадка с двумя резьбовыми отверстиями для подсоединения проводов – выводного от катушки дополнительного полюса и проводов, соединяющих щеткодержатели одной полярности.

На тяговом двигателе РТ-51Д применяются разрезные щетки марки ЭГ-2А (рисунок 37).

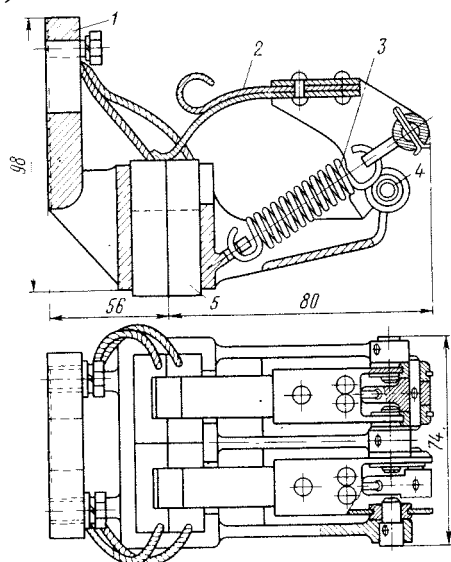


Рисунок 36. Щеткодержатель тягового двигателя РТ-51М

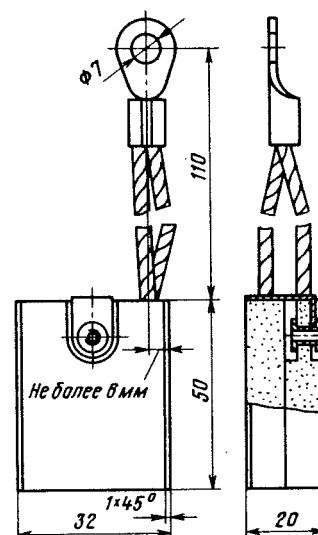


Рисунок 37. Разрезная щетка тягового двигателя

Основными частями якоря тягового двигателя являются вал 16 (рисунок 38), сердечник 1, нажимные шайбы, обмотка, обмоткодержатель 14, коллектор 2 и втулка 15 якоря. В тяговом двигателе РТ-51Д все основные части якоря устанавливаются на втулку 15, которая напрессована на вал 16. Такая конструкция дает возможность в случае необходимости заменить вал, не разбирая якоря.

Втулка якоря несет на себе сердечник якоря с нажимными шайбами, коллектор и вентилятор. Она представляет собой трубу, изготовленную из стали 35, с буртом для упора вентиляторного колеса, двумя шпоночными канавками на наружной поверхности и резьбой с передней стороны. Втулка напрессована на вал якоря без шпонки с усилием 60—110 тс (600—1100 кН). Внутри поверхность втулки обработана под два посадочных диаметра со ступенями, отличающимися на 1—2 мм в диаметре.

Обмоткодержатель якоря отливают из стали как одно целое с вентилятором и насаживают на втулку до упора в бурт, а втулку коллектора запирают специальной гайкой. Между обмоткодержателем и втулкой коллектора зажат сердечник якоря. Фиксаторами сердечника якоря, обмоткодержателя и втулки коллектора являются шпонки.

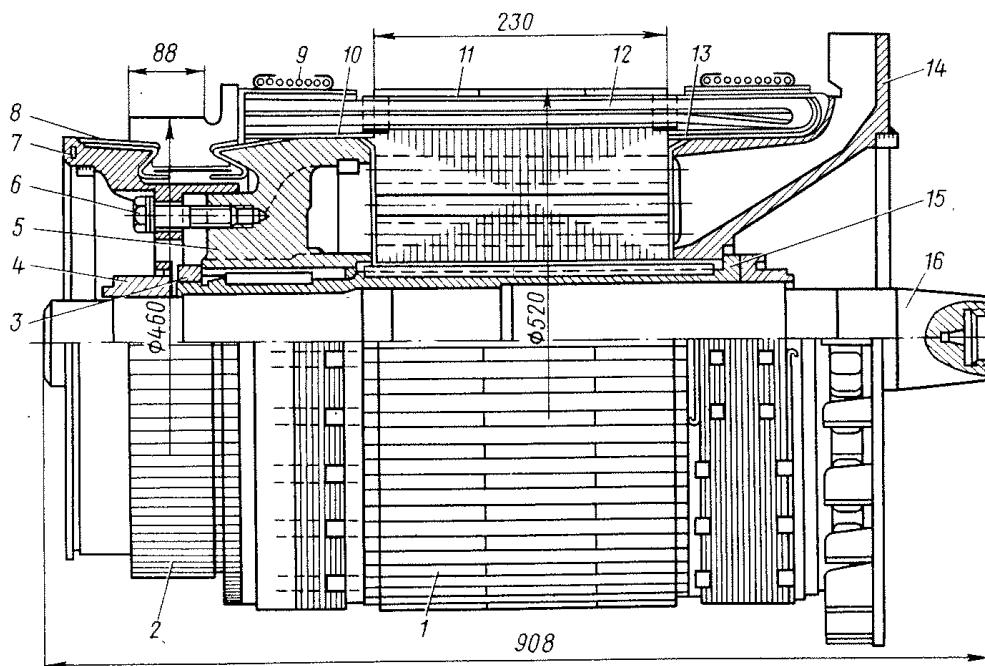


Рисунок 38. Якорь тягового двигателя РТ-51М

Сердечник 1 якоря представляет собой часть магнитной системы тягового двигателя, вращающуюся относительно остальных элементов магнитной цепи. Вращающий момент якоря развивается за счет касательных усилий, возникающих в зубцах сердечника. Листы сердечника покрыты слоем лака № 302 для уменьшения потерь в собранном пакете. С этой же целью через каждые 50 мм длины пакета проложен лист электрокартона толщиной 1 мм. Листы сердечника изготавливают штамповкой в виде неразрезных дисков по форме поперечного сечения якоря. По окружности листы имеют пазы для размещения обмотки якоря. Якорные листы имеют 47 пазов в виде ласточкина хвоста для крепления обмотки клиньями. Внутреннее отверстие имеет шпоночный паз, посредством которого фиксируются якорные листы.

Крайние листы пакета выполнены из стали толщиной 1 мм. Они отличаются от средних более широким пазом, не лакированы, имеют меньший диаметр, без выштампованного ласточкина хвоста. Общая толщина крайних листов 10–12 мм. Эти листы нужны, чтобы предохранить сердечник якоря от распухания отдельных крайних листов. Увеличенная пазовая часть крайних листов нужна для установки U-образной изоляции из электронита, которая предохраняет от повреждения изоляцию якорных катушек на выходе из паза. В листах сердечника якоря имеется три ряда отверстий диаметром 20 мм для прохождения охлаждающего воздуха. Пакет из листов якоря спрессовывают под давлением 45–50 кгс/см², после чего на вал напрессовывают втулку коллектора, коллектор и нажимной конус.

В 47 пазах сердечника в два слоя уложены проводники обмотки якоря. Каждая катушка обмотки якоря состоит из пяти одновитковых секций, выполненных из

шинной меди размером 1,81X14,5 мм. Схема обмотки якоря – волновая. В качестве междувитковой изоляции служит микалеита. Корпусная изоляция выполнена из липкой стеклоэскапоновой ленты, намотанной в три слоя. Эту изоляцию от повреждения предохраняет слой стеклоленты.

Катушки обмотки в пазах закреплены текстолитовыми клиньями. На дно паза, между слоями обмотки и под клин уложены прокладки. Части обмотки, расположенные в пазах, называются активными или эффективными проводниками, а другие части – лобовыми. Обмотка якоря на лобовых частях удерживается бандажами 9 из стеклянной нетканой бандажной ленты. Концы проводников якорных катушек впаяны в специальные прорезы коллекторных пластин припоем ПОС-61.

Коллектор служит для изменения направления тока в проводниках якоря при переходе их под главный полюс другой полярности. Его набирают из 235 медных клиновидных пластин, в шлицы которых спаиваются концы якорных катушек. Диаметр коллектора 460 мм. Коллектор имеет арочную конструкцию. С помощью ласточкина хвоста, который имеет пластины, последние зажимаются между коллекторной втулкой и нажимным конусом. Нажимной конус 7 и коллекторная втулка 5 стянуты восемью болтами. Благодаря этому соответствующие выступы нажимного конуса и коллекторной втулки удерживают коллекторные пластины. Пластины изолированы от нажимного конуса и втулки фигурными миканитовыми конусами (манжетами) и цилиндром. Пластины между собой изолированы миканитовыми прокладками. Якорь целиком пропитывают в лаке ФЛ-98 ТУ-ЯН-86-59 вакуумно-нагнетательным способом.

Подшипниковые щиты 6 и 12 (см. рисунок 32) закрывают торцовые горловины остовов тяговых двигателей. Диаметр посадочных поверхностей подшипниковых щитов строго соответствует диаметру посадочных поверхностей горловин остова двигателя с допуском для местной посадки. Подшипниковые щиты плотно пригоняются к расточкам в остове и укрепляются к нему болтами с шайбами, предохраняющими от самоотвертывания. Посадка подшипниковых щитов производится равномерным затягиванием всех крепящих болтов. Для снятия щитов в них имеются специальные отверстия с резьбой, в которые ввертываются отжимные болты. У подшипниковых щитов имеются камеры для смазки подшипников, крышки, закрывающие эти камеры, и уплотняющие лабиринтные устройства.

Радиально-упорный (передний), подшипник предохраняет якорь от осевых перемещений, радиальный (задний) допускает осевое перемещение при температурных изменениях длины вала. Крепление переднего подшипника осуществляется шайбой, крепящейся к торцу вала болтами и удерживающей упорное кольцо и внутреннюю обойму подшипника. Наружные кольца обоих подшипников запирает крышка подшипника. Со стороны коллектора двигатель не имеет выступающего конца вала, поэтому крышка сделана глухая. Крышка со стороны привода имеет сквозное отверстие для выхода конца вала. На внутреннем диаметре крышки проточены лабиринтные уплотнения и виде кольцевых канавок на горловине крышки, а также отверстие для запрессовки смазки в подшипник через трубку, ввернутую в отверстие и закрытую с противоположной стороны пробкой с резьбой. Подшипники заполняются консистентной смазкой марки ЖРО на 2/3 объема подшипниковой камеры.

На электропоездах переменного тока применяется система самовентиляции тяговых двигателей. Для этой цели в тяговом двигателе со стороны, противоположной коллектору, устанавливается вентиляторное колесо, которое отливается заодно с задней нажимной шайбой и напрессовывается на втулку вала двигателя. При самовентиляции тяговых двигателей внутри двигателя происходит разрежение воздуха, что способствует попаданию снега и пыли внутрь двигателя, поэтому на электропоездах переменного тока забор воздуха происходит по каналам с крыши вагона. Воздух, засасываемый вентиляторами тяговых двигателей, проходит через жалюзи, фильтры и через специальные каналы и патрубки попадает в тяговый двигатель. Вентилируемый воздух, поступающий в двигатель через патрубок, проходит внутрь двумя параллельными потоками. Один поток охлаждает внешнюю поверхность якоря и катушки полюсов, а второй проходит под коллектор через каналы в коллекторной втулке, попадает в вентиляционные каналы сердечника якоря и охлаждает сердечник. Далее этот воздух через каналы в нажимной шайбе попадает к лопаткам вентилятора, которые и выбрасывают его наружу через сетки вентиляционных отверстий.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Вспомогательные машины предназначены для обеспечения надежной работы электропоездов, обслуживания их собственных нужд и создания нормальных условий для пассажиров. К вспомогательным машинам на электропоездах ЭР9М и ЭР9Е относятся: расщепитель фаз, мотор–компрессор, вспомогательный мотор–компрессор, мотор–насос трансформатора, двигатели вентиляторов салона вагона. Условия работы вспомогательных машин значительно легче, чем тяговых двигателей. При расположении вспомогательных машин под вагоном их устанавливают на специальные подрессоренные подвески (расщепитель фаз, мотор–компрессор) и выполняют в закрытом исполнении. По своему конструктивному исполнению они близки к машинам общепромышленного исполнения.

На электропоездах переменного тока для работы различных тяговых аппаратов, автотормозов необходим сжатый воздух; для этой цели устанавливаются компрессоры, приводимые в действие асинхронными электродвигателями.

Для вентиляторов пассажирских салонов, электрооборудования, масляных насосов, для циркуляции масла в трансформаторах в качестве приводов применяют трехфазные асинхронные двигатели. Для получения трехфазного переменного тока для их питания на электропоездах устанавливают специальные машины — расщепители фаз, преобразующие однофазный переменный ток в трехфазный.

Расщепитель фаз подключается через контакторы к вспомогательной обмотке тягового трансформатора, которую называют условно ОСН (обмоткой собственных нужд), с напряжением 220 В.

При подготовке электропоезда к работе необходим сжатый воздух для подъема токоприемника. Однако мотор–компрессор можно включить только после того, как поднят токоприемник и электродвигатель компрессора получит питание. Поэтому на электропоездах ЭР9М, ЭР9Е установлен вспомогательный мотор–компрессору электродвигатель которого питается не от контактной сети через трансформатор, а от аккумуляторной батареи.

Применение в качестве вспомогательных машин асинхронных электродвигателей позволило заменить сложные и неудобные в эксплуатации коллекторные электродвигатели постоянного тока. Работа вспомогательных машин характеризуется примерно постоянной скоростью вращения и момента, за исключением компрессоров, имеющих в зависимости от противодавления воздуха в пневматической сети переменный момент.

Расщепитель фаз

Преобразование однофазного тока в трехфазный расщепителем фаз основано на свойстве вращающегося магнитного потока асинхронного электродвигателя наводить в трехфазной статорной обмотке э.д.с., смещенные по времени в соответствии с расположением обмоток на статоре. Для этого используют асинхронные расщепители фаз, которые по своему устройству аналогичны асинхронным трехфазным двигателям с короткозамкнутой обмоткой на роторе.

Если к двум фазам статорной обмотки одного трехфазного асинхронного двигателя подвести однофазное напряжение и ротор его раскрутить каким-либо внешним источником до частоты вращения, примерно равной номинальной, то после этого двигатель будет работать самостоятельно. Если затем подключить две фазы статорной обмотки второго асинхронного двигателя к источнику однофазного напряжения, а третью фазу соединить со свободной фазой статорной обмотки первого двигателя, то по обмоткам второго двигателя будет протекать трехфазный ток и машина будет работать в двигательном режиме. В третьей фазе статорной обмотки первого двигателя, называемого расщепителем фаз, генерируется переменный ток, который вместе с однофазным током источника образует трехфазный переменный ток. Таким образом, трехфазный асинхронный двигатель, будучи подключен двумя фазами своей статорной обмотки к источнику однофазного тока, может преобразовывать однофазный ток в трехфазный, т. е. выполнять функцию расщепителя фаз.

Конструктивно расщепитель фаз аналогичен асинхронному двигателю с короткозамкнутым ротором с беличьей клеткой. На электропоездах ЭР9М и ЭР9Е установлен расщепитель фаз РФ-1Д5, в котором использована возможность установки на валу расщепителя фаз дополнительной механической нагрузки рабочего вентиляторного колеса для системы охлаждения выпрямительной установки, расположенной под вагоном, сглаживающего реактора и системы охлаждения трансформатора. Расщепитель фаз РФ-1Д5 питается напряжением 220 В.

В круглый литой из стали остов 2 (рисунок 39), имеющий четыре выступа для крепления расщепителя фаз под кузовом вагона, запрессовывают сердечник статора 1, шихтованный из лакированных листов стали Э-12 толщиной 0,5 мм. Сердечник в станине закрепляют шестью шпонками, которые закладывают в специальную канавку равномерно по окружности и приваривают к корпусу. Сердечник имеет 48 полукруглых пазов, в которые укладывают трехфазную обмотку расщепителя. Крепят обмотку в пазах текстолитовыми клиньями. Лобовые части переплетают стеклолен-той. Катушки между собой изолируют стеклоэскапоновой лакотканью и электрокар-тоном, а между фазами – гибким миканитом. Обмотка статора соединена в «звезду» и имеет пять выводов. Статор с обмоткой целиком пропитывают в термореактивном лаке с высокой температурой запечки.

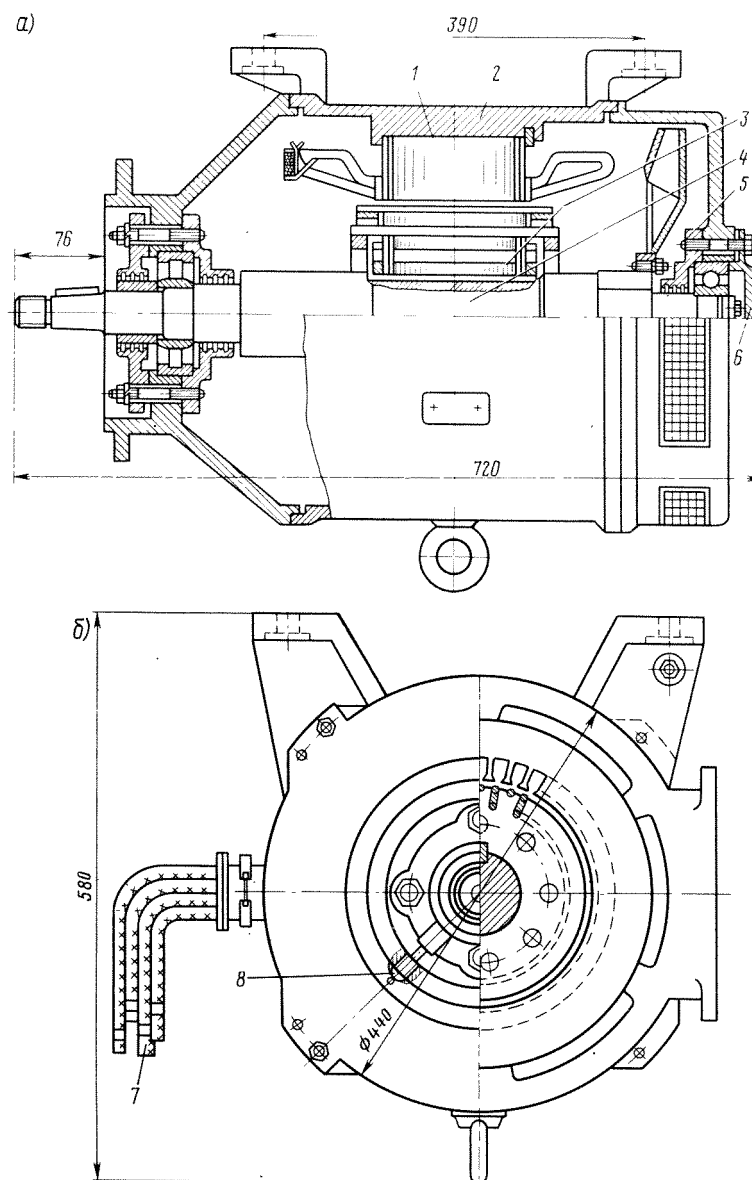


Рисунок 39. Расщепитель фаз типа РФ-1Д (а – вид спереди и б – вид сбоку):

Вывод из статора производят через специально приваренный патрубок, в который вставляется изолирующая втулка из полисилаксановой резины. Сердечник ротора набирают из листовой электротехнической стали и закрепляют на валу с обеих сторон нажимными шайбами. В листах имеются круглые отверстия для вентиляции ротора и пазы для стержней. Ротор расщепителя фаз короткозамкнутый с двойной беличьей клеткой. Стержни беличьей клетки выполняются из меди или алюминия и соединяются между собой кольцами. Сопротивление короткозамкнутой обмотки ничтожно мало. Верхняя беличья клетка пусковая, нижняя – рабочая.

На вал ротора напрессовывают втулку, к которой болтами крепят центробежный вентилятор. Охлаждающий воздух проходит через вентиляционный патрубок, машину и выбрасывается в специальные люки в заднем подшипниковом щите. Ротор вращается в двух подшипниках. Расщепитель фаз РФ-1Д5 имеет усиленный передний подшипниковый щит. Это вызвано установкой рабочего вентиляторного колеса для систем вентиляции выпрямительной установки и сглаживающего реактора. Конец вала для посадки колеса у РФ-1Д5 – конический со шпонкой и резьбой на конце для затяжки рабочего колеса.

Мотор–компрессоры

Для обеспечения сжатым воздухом пневматических приборов цепей управления электропоезда и автоматических тормозов на каждой секции устанавливается мотор–компрессор, расположенный под кузовом головного вагона и состоящий из компрессора и электродвигателя. Кроме того, для подъема токоприемника в шкафу моторного вагона устанавливается вспомогательный мотор-компрессор, электродвигатель которого питается напряжением 110 В от аккумуляторной батареи. На электропоездах ЭР9М и ЭР9Е в качестве основного мотор-компрессора устанавливается компрессор ЭК-7В с электродвигателем 548А (рисунок 40). Мотор–компрессор работает в повторно-кратковременном режиме, так как необходимость подкачки воздуха возникает лишь по мере его расходования. Характер этого режима оценивается продолжительностью включения (ПВ), которая для мотор-компрессоров электропоездов составляет около 35–50% с продолжительностью цикла до 10 мин. Устанавливаемый на электропоездах мотор-компрессор воздушный ЭК-7В относится к типу горизонтальных однорядных одноступенчатых поршневых машин низкого давления и малой производительности.

Компрессор состоит из корпуса 1, коленчатого вала 2, шатунно-поршневой группы, блока цилиндров 6, всасывающих 7 и нагнетательных 8 клапанов, крышки 9 клапанов и двухступенчатого редуктора. Двухкривошипный коленчатый вал опирается на два радиальных однорядных шариковых подшипника, один из которых 19 вмонтирован в горизонтальную расточку торцевой стенки корпуса, а другой 21 – в переднюю крышку 22 подшипника. Два горизонтальных шатуна 10 смонтированы на шатунных шейках коленчатого вала. Нижние головки шатуна залиты баббитом и образуют шатунные подшипники 3, в верхние головки запрессованы бронзовые втулки 4. На обеих крышках шатунов предусмотрено по одному маслоразбрызгивателю 20, которые крепятся в разъемах шатунов. Поршни 5 изготавливают из серого чугуна. На головке каждого поршня имеется по три ручья: два верхних – для компрессионных колец и один нижний – для маслосъемного кольца. На юбках поршней проточены ручьи для вторых маслосъемных колец. Блок 6 цилиндров выполнен из серого чугуна и установлен на корпусе. Клапаны всасывающие и нагнетательные выполнены самопружинящими ленточными в одном блоке. Каждый из клапанов имеет по 12 пластин: шесть нагнетательных и шесть всасывающих. Крышка клапанной коробки изготовлена из серого чугуна. Внутренняя полость ее имеет перегородку, отделяющую всасывающую полость крышки от нагнетательной. Во фланцевом приливе между цилиндрической частью компрессора и электродвигателем установлен двухступенчатый редуктор. Двухступенчатый редуктор состоит из шестерни 24, расположенной на валу электродвигателя, шестерни 23, находящейся на коленчатом валу компрессора, и блока шестерен, вращающегося на эксцентриковой оси 16. Эксцентриковая ось на концах имеет две опорные шейки 18. Для улучшения условий смазывания эксцентриковая ось внутри делается полой с четырьмя сквозными масляными каналами 17. Блок шестерен состоит из двух шестерен. В него запрессовываются две бронзовые втулки 13. Блок имеет свободное вращение на эксцентриковой оси. Система смазки компрессора барботажная. Шестерни редуктора частично погружаются в масло и смазывают весь редуктор. При вращении коленчатого вала масло из картера захватывается разбрызгивателями, укрепленными на ша-

тунах. При этом создается масляный туман, оседающий на рабочих поверхностях трущихся деталей. Корпус компрессора наполняется маслом до верхнего уровня маслозаливочного отверстия, уровень которого контролируется масляным щупом. На щупе имеется риска, соответствующая нижнему уровню масла, ниже которого эксплуатация компрессора не допускается. Фланцы электродвигателя и компрессора скрепляются шестью болтами М16. На конец вала электродвигателя насажена шестерня, которая находится в зацеплении с блоком шестерен компрессора и передает вращательное движение коленчатому валу. Поршневые компрессионные кольца для уменьшения выброса масла в нагнетательный воздухопровод и ускорения процесса приработки выполнены конусными. Электродвигатель 548А, на который с помощью фланца устанавливают компрессор, представляет собой асинхронный двигатель, активные части которого, т.е. ротор со специальным валом и сердечник статора, встроены в корпус электродвигателя постоянного тока.

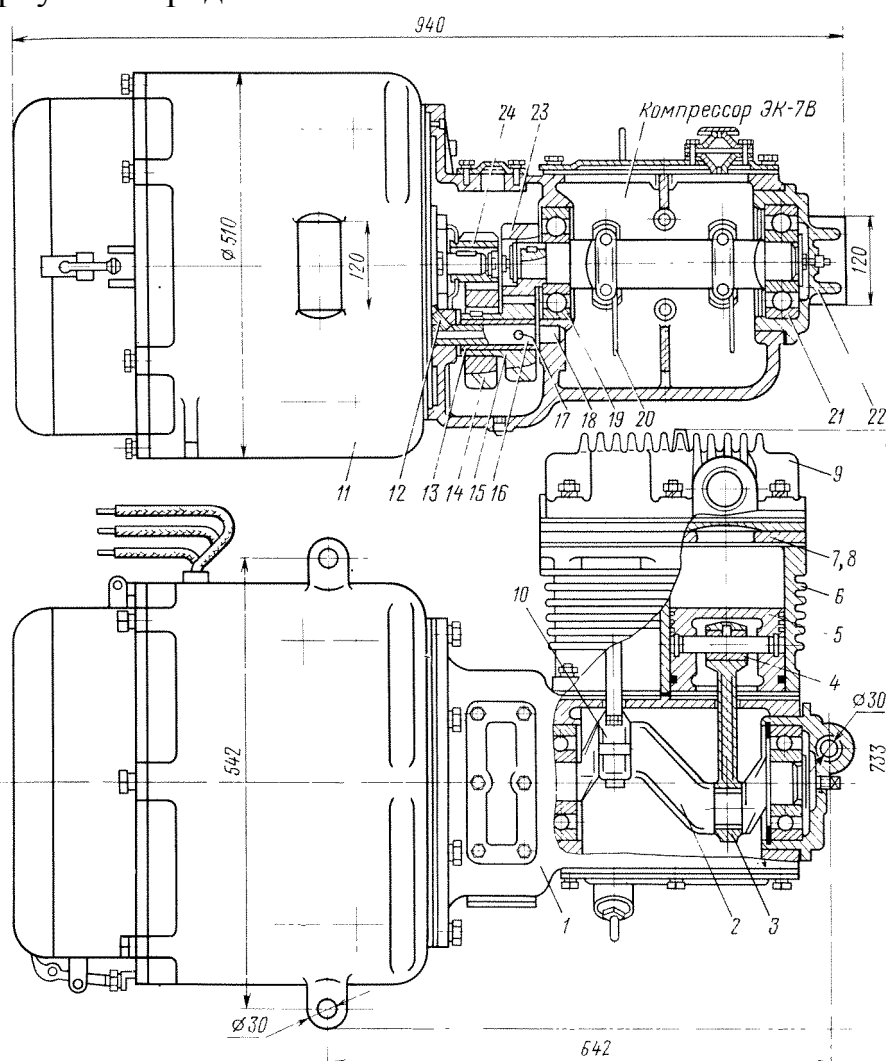


Рисунок 40. Электрокомпрессор ЭК-7В

Для подъема токоприемника служит вспомогательный компрессор ЗИЛ-150 с электродвигателем П-31, который питается от аккумуляторной батареи. Электродвигатель П-31 (рисунок 41) имеет горизонтальное исполнение, является электродвигателем постоянного тока со смешанным возбуждением, имеет два главных 9 и два дополнительных 7 полюса. Количество щеткодержателей – два. Якорь 6 имеет петлевую обмотку. Корпус двигателя отлит из силумина. С противокolleкторной

стороны вал якоря имеет свободный конец со шпонкой для установки соединительной муфты с компрессором ЗИЛ-150. Корпус имеет выступы 1 для установки двигателя на общей с компрессором раме.

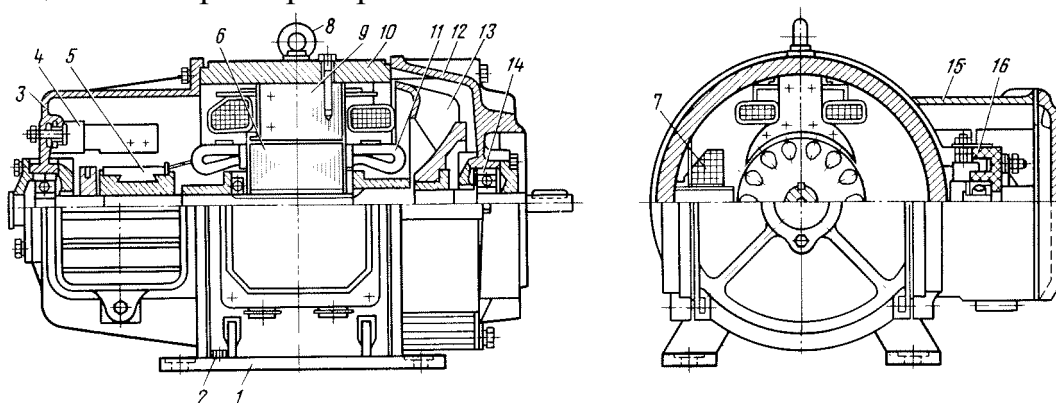


Рисунок 41. Электродвигатель типа П-31 вспомогательного компрессора
Насос трансформатора

На электропоездах ЭР9М и ЭР9Е для перекачивания трансформаторного масла в системе охлаждения тягового трансформатора применяют электронасос 2ТТ-16/10. Электронасос представляет собой герметичную моноблочную конструкцию, которая состоит из асинхронного электродвигателя и одноступенчатого центробежного насоса с лопаточным, отводом. Рабочее колесо 1 (рисунок 42) насоса и ротор 2 электродвигателя расположены на одном валу, вращающемся на двух подшипниках качения 5. Масло из бака трансформатора попадает на лопатки рабочего колеса, проходит через лопаточный отвод, кольцевой канал и поступает на направляющие лопатки корпуса 4. Омывая электродвигатель, масло направляется в нагнетательный патрубок насоса. Электронасос имеет внутреннюю систему циркуляции, которая обеспечивает интенсивный отбор тепла от статора 3.

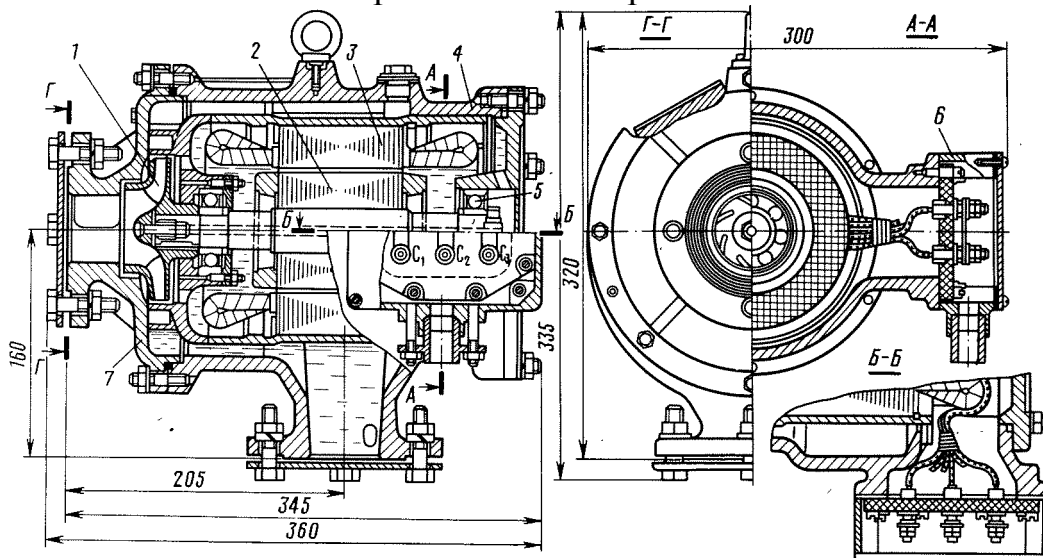


Рисунок 42. Электронасос типа 2ТТ-16/10

Под влиянием избыточного давления часть масла из тыльной пазухи колеса поступает в полость электродвигателя, омывает лобовые части статора, смазывает подшипники и через отверстия в валу и обтекатели возвращается во всасывающую полость рабочего колеса. Шесть выводных концов обмотки выходят в коробку зажимов 6, что дает возможность собирать схему обмоток двигателя в «звезду» и

«треугольник». Седьмой вывод служит для подключения заземления. Для выпуска воздуха или слива масла на всасывающем патрубке 7 и фланце нагнетательного патрубка электронасоса имеются пробки. В двигателе использованы шариковые подшипники № 305. Так как после монтажа нельзя определить направление вращения ротора, то правильность работы определяют по показанию манометра; больший напор соответствует правильному направлению вращения ротора.

Мотор-вентиляторы

В качестве приводов вентиляторов систем вентиляции пассажирских салонов и кабины машиниста на электропоездах переменного тока используются асинхронные трехфазные двигатели АОМ или 4Х с короткозамкнутым ротором. Это двигатели закрытого исполнения, в которые полностью исключено попадание воды. На электродвигателях осуществлена аксиальная система вентиляции. Для перемешивания воздуха внутри электродвигателя применены крылья на роторе. Так как эти двигатели отличаются только размерами, то для примера рассмотрим конструкцию только двигателя АОМ-32-4 для привода вентилятора системы вентиляции вагона. Электродвигатель АОМ-32-4 состоит из статора 5 (рисунок 43), ротора 2, коробки зажимов 4, подшипниковых щитов 1. Вентилятор внешнего обдува 6 расположен со стороны, противоположной свободному концу вала. Корпус статора 5 и подшипниковые щиты выполнены из алюминиевого сплава АЛ-9.

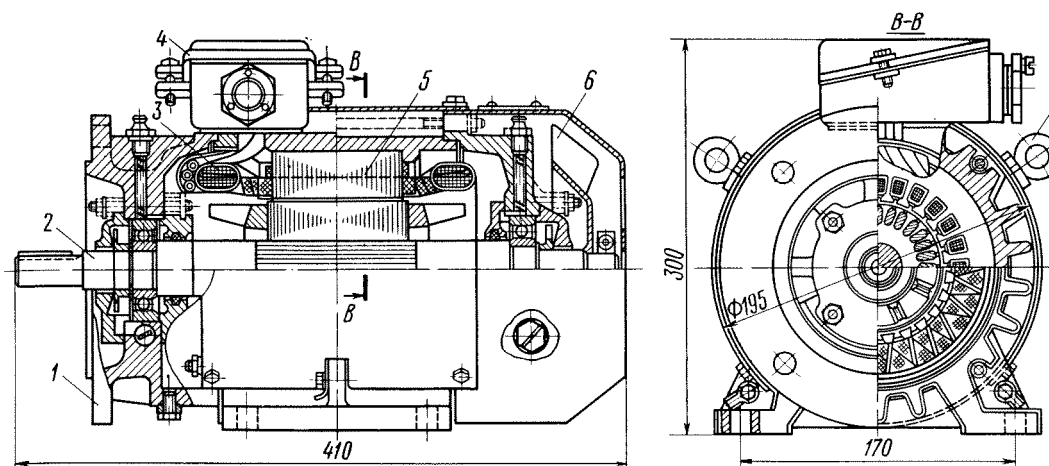


Рисунок 43. Электродвигатель АОМ-32-4

Обмотка 3 статора трехфазная, однослойная, состоит из мелких секций. Коробка зажимов 4 съемная, ее можно устанавливать, как для правого расположения подводящего кабеля, так и для левого относительно основного свободного конца вала. Для перемещения двигателя имеются рымболты 7. Ротор двигателя вращается в подшипниках № 306. Один из подшипников (со стороны вентилятора) ограничивает перемещение ротора в осевом направлении, так его внутренняя обойма фиксируется на валу пружинным кольцом, а наружная — подшипниковыми крышками. Подшипник со стороны свободного конца вала выполнен плавающим в ступице щита. В верхней части подшипникового щита установлена масленка. Для принудительной подачи в пассажирские салоны теплого воздуха (от калориферов) зимой и наружного воздуха летом на электропоездах установлены вентиляционные агрегаты 013/000 и 014/000. Конструктивных различий они не имеют. Каждый вентиляционный агрегат состоит из электродвигателя АОМ-32-4 и вентилятора ВНИИСТО (рисунок 44).

Производительность агрегата 4000 м³/ч при давлении воздуха 35 кгс/м² и частоте вращения 1390 об/мин.

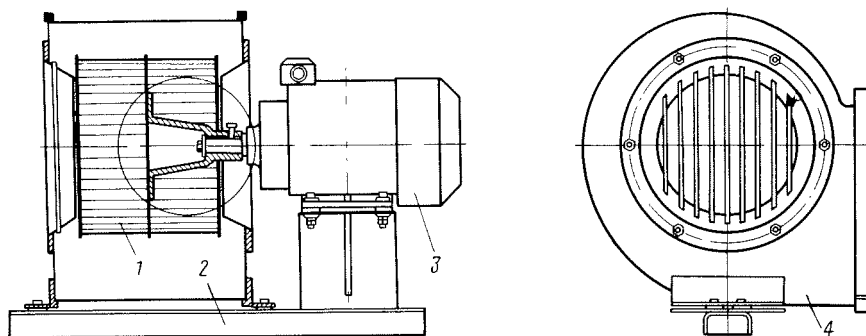


Рисунок 44. Вентиляционный агрегат типа ВНИИСТО

ТЯГОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ, РЕАКТОРЫ

На электроподвижном составе переменного тока трансформаторы применяют для понижения напряжения контактной сети до напряжения, необходимого для тяговых двигателей, измерительных приборов, печей обогрева салона, освещения и вспомогательных машин. Действие трансформатора основано на принципе взаимной индукции. Простейший трансформатор состоит из сердечника прямоугольной формы, собранного из листовой стали, и двух расположенных на нем электрически не связанных между собой обмоток с разным количеством витков. К зажимам первичной обмотки подводится напряжение от источника электроэнергии. От зажимов вторичной обмотки напряжение переменного тока отводится к потребителям. В зависимости от конструкции сердечника различают трансформаторы стержневые, у которых обмотки охватывают стержни сердечника, и броневые, у которых стержни сердечника частично охватывают (бронируют) обмотки. Стержневые трансформаторы проще по конструкции, они позволяют упростить конструкцию обмоток и их ремонт. Однако зазоры между баком и сердечником должны быть больше, чем у трансформаторов с броневым сердечником. Трансформаторы с регулированием напряжения на вторичной стороне чаще выполняют стержневыми, а в трансформаторах с регулированием напряжения на первичной, т.е. высокой стороне, применяют броневые сердечники. Для уменьшения потерь от вихревых токов сердечники трансформаторов собирают из отдельных изолированных друг от друга листов. Поперечное сечение сердечника трансформатора электроподвижного состава обычно имеет форму ступенчатого многоугольника, вписанного в окружность, что значительно облегчает изготовление обмоток (нет изгибов изоляции под углом). По расположению обмоток различают трансформаторы с концентрическими и дисковыми обмотками. В трансформаторах с дисковыми обмотками высшего и низшего напряжения обмотки выполняют в виде дисков, расположенных на стержне поочередно в осевом направлении. Все тяговые трансформаторы электроподвижного состава являются понижающими. Кроме вторичной обмотки для питания тяговых двигателей через выпрямительную установку, они имеют еще обмотку низкого напряжения для питания вспомогательных электромашин и печей обогрева салонов вагонов и кабин.

Магнитопровод с обмотками являются активными узлами трансформатора, при работе которых выделяется тепло, которое необходимо отвести. В связи с ограниченными габаритами и весом трансформаторы электроподвижного состава вы-

полняют с повышенными тепловыми нагрузками и они имеют масляное охлаждение с принудительной циркуляцией масла. Такая система более эффективна, так как позволяет иметь трансформатор минимального габарита за счет значительного увеличения теплоотдачи по сравнению с теплоотдачей при естественном охлаждении.

На электропоездах переменного тока ЭР9М в качестве тягового трансформатора устанавливают однофазный масляный трансформатор ОЦР-1000/25 (рисунок 45). Он служит для понижения напряжения 25 кВ до величины, необходимой для работы тяговых двигателей.

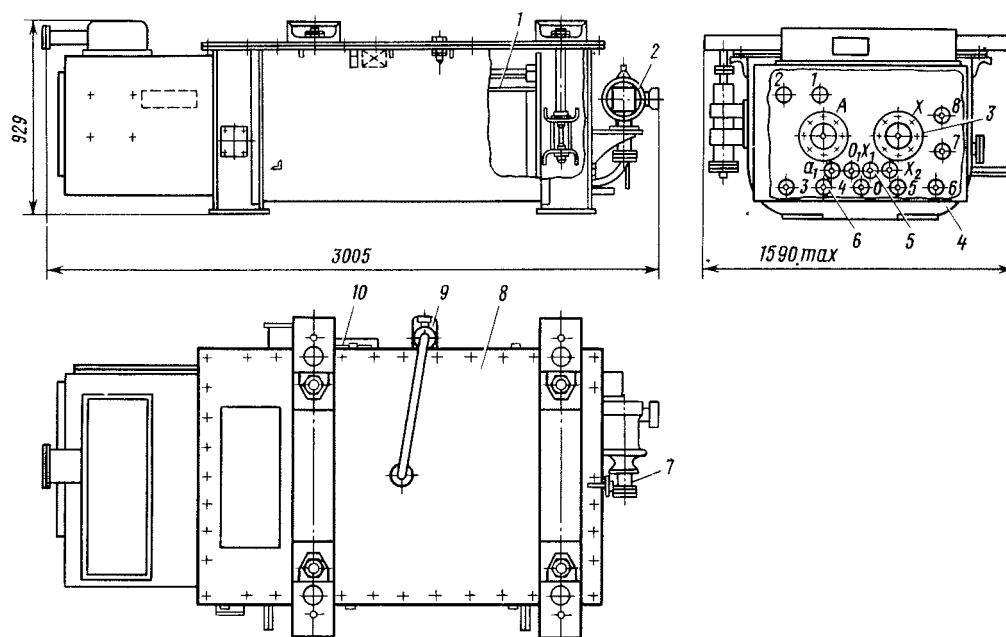


Рисунок 45. Трансформатор ОЦР-1000/25

Тяговый трансформатор подвешивают под кузовом моторного вагона на двух балках. Он состоит из прямоугольного стального бака и выемной части, укрепленной на крышке. На баке смонтированы: система циркуляции трансформаторного масла, воздухоосушитель, коробка высоковольтного ввода, изоляторы выводов обмоток трансформатора, мотор-насос трансформатора. К выемной части относятся магнитопровод 2 (рисунок 46) с обмотками 3, соединительные шины 4 и крышка 1. Тяговый трансформатор имеет стержневой сердечник с надетыми на него цилиндрическими обмотками. Сердечник с обмотками расположен горизонтально и крепится с помощью специальных болтов к крышке 1 бака. Магнитопровод выполнен шихтованным из листов электротехнической стали, покрытых тонким слоем изоляционного лака. Сечение стержней ступенчатое, многоугольное, приближающееся по форме к круглому; сечение ярма прямоугольное.

Листы стержней и каждого ярма стянуты между собой болтами, на которые надеты бакелитовые трубки. Под головки болтов и гаек подложены бакелитовые шайбы. На стержнях концентрично расположены обмотки. Трансформатор имеет четыре обмотки: первичную на номинальное напряжение 25 кВ, тяговую обмотку для питания тяговых двигателей через выпрямительную установку; две обмотки собственных нужд для питания вспомогательных цепей и для питания цепей электрического отопления. Каждая обмотка состоит из отдельных катушек, намотанных из медной шины. Катушки насажены на бакелитовые трубки, обладающие хороши-

ми изоляционными свойствами, и включены в соответствии со схемой последовательно или параллельно.

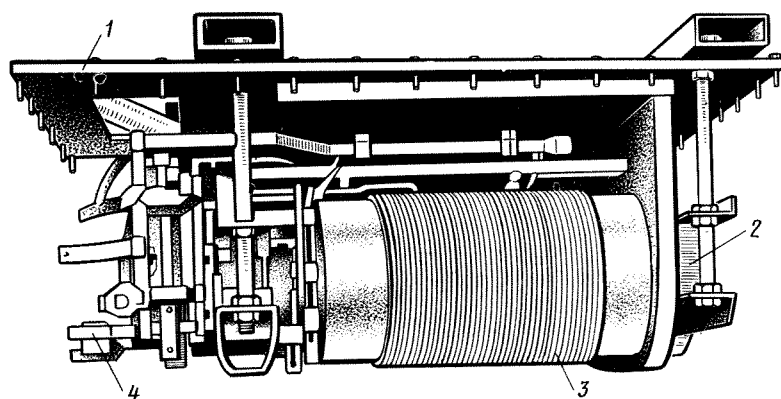


Рисунок 46. Выемная часть трансформатора

Между витками катушек имеются специальные дистанционные планки для свободного доступа охлаждающего масла. На внутренних цилиндрах ближе к стержням находится первичная высоковольтная обмотка, на средних цилиндрах – вторичная тяговая обмотка. Каждая вторичная обмотка разбита на восемь последовательно соединенных секций. В зависимости от количества включенных секций напряжение на тяговой обмотке изменяется от 276 до 2208 В. Бакелитовые трубки на магнитопроводе укрепляют с помощью деревянных распорок. Магнитопровод с обмотками погружен в бак с трансформаторным маслом. Бумажная изоляция шин и бакелитовых трубок, пропитанная маслом, обладает высокими изоляционными свойствами. Трансформаторное масло служит одновременно охладителем обмоток и магнитопровода. Концы всех обмоток трансформатора выведены через фарфоровые изоляторы, размещенные на торцевой стенке бака в отдельной камере со съемной крышкой. Охлаждение трансформатора осуществляется принудительной циркуляцией масла через секции охладителя. У трансформаторов ОЦР-1000/25 отсутствует расширительный бачок, поэтому масло в баке не доливают до крышки. Во избежание всплесков масла и обнажения обмоток в баке на небольшом расстоянии от крышки укреплен специальный успокоитель – металлический лист с отверстиями. Уровень масла контролируется маслоуказателем, установленным на баке. Для предохранения масла от увлажнения отверстие в крышке трансформатора соединяют с атмосферой через специальный воздухоосушитель.

Воздухоосушитель представляет собой наполненный силикагелем цилиндр, в нижней части которого находится масляный фильтрзатвор, предусмотренный для защиты адсорбента от увлажнения и загрязнения засасываемым воздухом. В верхней части установлен патрон со смотровым отверстием, заполненный индикаторным силикагелем, изменяющим по мере увлажнения окраску с голубой на розовую. Воздухоосушитель заполнен силикагелем марки КСМ, пропитанным раствором хлористого кальция. Индикаторный силикагель пропитан дополнительно раствором хлористого кобальта. При ревизии проверяют цвет индикаторного силикагеля. Силикагель розового цвета высушивают или заменяют.

На электропоездах ЭР9Е установлен тяговый трансформатор с встроенным реактором ОДЦЭР-1600/25А (рисунок 47) так же, как и трансформатор ОЦР-1000/25, имеет четыре обмотки. Обмотка реактора электрически не соединена с

трансформатором. Принципиально трансформатор ОДЦЭР-1600/25А по конструкции не отличается от трансформатора ОЦР-ШОО/25.

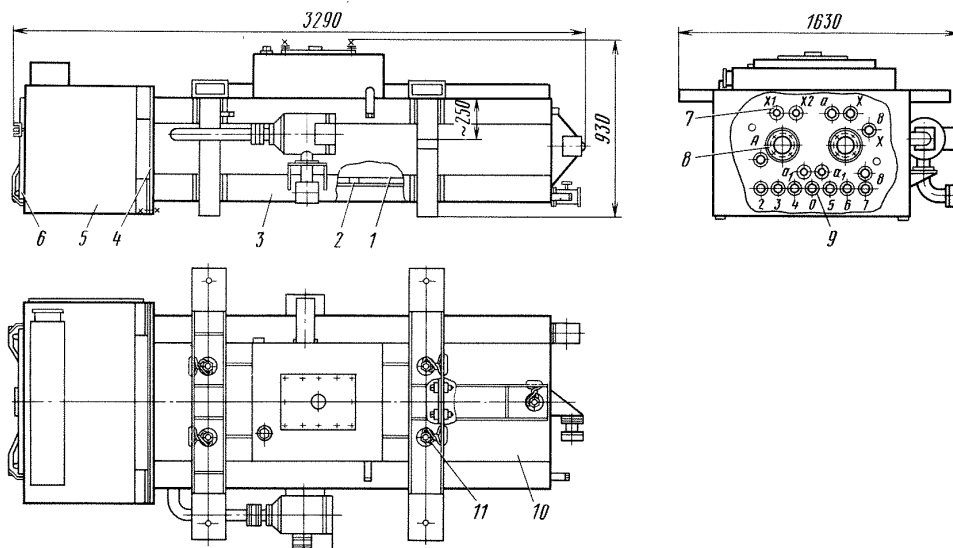


Рисунок 47. Тяговый трансформатор ОДЦЭР- 1600/25А

Сглаживающий реактор состоит из семи двойных катушек по 30 витков (15 витков в одинарной катушке), намотанных двумя параллельными проводами. Катушки двух стержней соединены параллельно. Сердечник стержневого типа набирается из пластин трансформаторной стали. Стяжка пластин производится стальными консолями. Обе половины магнитопровода с насаженными обмотками стягиваются между собой стальными шпильками. Реактор соединен с активной частью трансформатора и с баком с помощью болтов.

Ракторы и дроссели

Реакторы сглаживающие. Для сглаживания пульсации выпрямленного тока в цепи тяговых двигателей моторных вагонов устанавливают сглаживающие реакторы (рисунок 48), представляющие собой катушки индуктивности. На моторных вагонах электропоездов ЭР9М установлены сглаживающие реакторы СР-800. Реактор представляет собой катушку, состоящую из 14 секций (168 витков), заключенную в сердечник броневого типа.

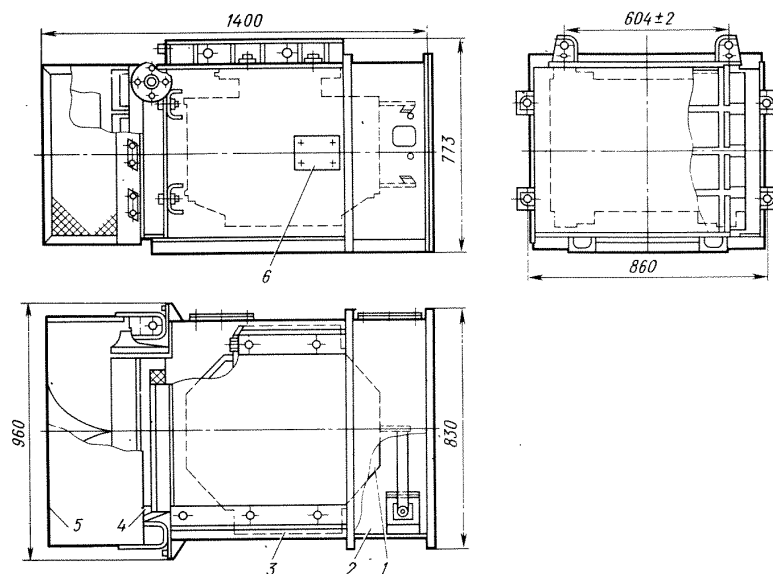


Рисунок 48. Общий вид реактора СР-800

Реактор СР-800 электропоезда ЭР9М охлаждается одновременно с установленными на нем охладителями масла трансформатора. Вентиляция осуществляется от центробежного вентилятора, установленного на валу расщепителя фаз. Кожух реактора СР-800 с одной стороны имеет раму для подсоединения к выпрямительной установке, а с другой стороны – коллекторы для установки секций масляных охладителей для трансформатора. За охладительными секциями установлена камера для выхода потока охлаждающего воздуха. Кожух реактора является частью воздухопровода выпрямительной, установки. Воздух от вентилятора проходит через выпрямительную установку, сглаживающий реактор, охладители трансформаторного масла и через камеру для выхода потока воздуха выбрасывается наружу.

Дроссели. В цепях переменного тока, по которым протекают длительное время токи большой величины, для регулировки токов применяют регулируемые индуктивные сопротивления – дроссели. Их преимущество перед реостатами в этих цепях состоит в малой потере энергии. Дроссель представляет собой катушку со стальным сердечником и с малым активным сопротивлением. На электроподвижном составе применяют дроссели с регулируемым воздушным зазором и дроссели насыщения.

Дроссель 1ДР-020,1 (по схеме ДР1) используют в блоке БУС для сглаживания пульсаций выпрямленного входного напряжения. Индуктивный фильтр ФС-ЗБ-З предназначен для защиты от помех радиоприему и представляет собой высокочастотный дроссель без сердечника из электротехнической стали, который включен в цепь первичной обмотки силового трансформатора. Дроссель установлен на изоляторах на крыше вагона.

Индуктивный дроссель 1ДР.007 предназначен для сглаживания выпрямленного напряжения и является составной частью системы питания цепей управления электропоездом. Магнитопровод дросселя, набранный из Ш-образных пластин, состоит из двух одинаковых пакетов, который регулируется немагнитными прокладками. Катушка бескаркасная, у которой от 30, 60 и 90-го витка сделаны отводы. Магнитопровод с катушкой подвешивается на стягивающих его шпильках к крышке. На крышке смонтированы выводы. Выводы катушки закрыты коробкой, обеспечивающей пылебрызгозащиту выводных зажимов. Дроссель помещен в бак с трансформаторным маслом. Бак имеет сбоку наливной патрубок с пробкой, к которой прикреплен щуп с рисками для контроля масла. На дне бака имеется маслосливное отверстие, закрытое пробкой. В крышке бака имеется отверстие для выхода воздуха, закрытое пробкой с отверстиями.

Дроссель Д-101В (по схеме ДЗТ) установлен на электропоездах ЭР9М и является заземляющим элементом первичной обмотки тягового трансформатора. Он включен непосредственно у «земли» и служит для защиты от попадания высокого напряжения в цепи управления при обрыве цепей заземляющих щеток.

Дроссель 1ДР-001 (по схеме ДЛС и ДРУ) является фильтром для цепей локомотивной сигнализации и радиоустановки. Требования, предъявляемые к нему в эксплуатации, такие же, как и у вышеописанных дросселей. Кроме изменения воздушного зазора, для изменения сопротивления катушки со стальным сердечником используют изменение степени магнитного насыщения стали сердечника. Для этого, кроме рабочей обмотки ОР, на сердечнике устанавливают обмотку управления ОУ.

Обмотка управления (обмотка подмагничивания), имеющая w_u витков, служит для подмагничивания сердечника постоянным током I . Рабочая обмотка включается в цепь переменного тока последовательно и представляет собой регулируемое нелинейное сопротивление, зависящее от тока управления подмагничивающей обмотки ОУ. От величины этого тока, т.е. от степени насыщения сердечника, зависит индуктивность рабочей обмотки. Чем больше ток обмотки управления, тем больше насыщение сердечника, тем меньше его индуктивность L и соответственно полное сопротивление Z .

Разделительные трансформаторы

Трансформатор 1ТР.071. Трансформатор 1ТР.071 предназначен для исключения электрического соединения между цепями управления и заземленными частями в системе питания цепей управления. Общий вид трансформатора показан на рисунке 49. Магнитопровод 11 имеет О-образную форму, набран из отдельных прямоугольных пластин и расположен горизонтально. На каждом стержне магнитопровода имеется катушка 12 – бескаркасная многослойная. Первичная и вторичная обмотки состоят из двух секций, расположенных в разных катушках. Первой намотана секция первичной обмотки, а затем секция вторичной обмотки. Магнитопровод 11 с катушками 12 подвешивается на стягивающих его шпильках 7 к крышке 3. На крышке смонтированы выводы. Выводы катушки закрыты коробкой 5, обеспечивающей пылебрызгозащиту выводных зажимов. Трансформатор помещается в баке 10 с трансформаторным маслом. К баку приварены кронштейны 9 для подвески под вагоном.

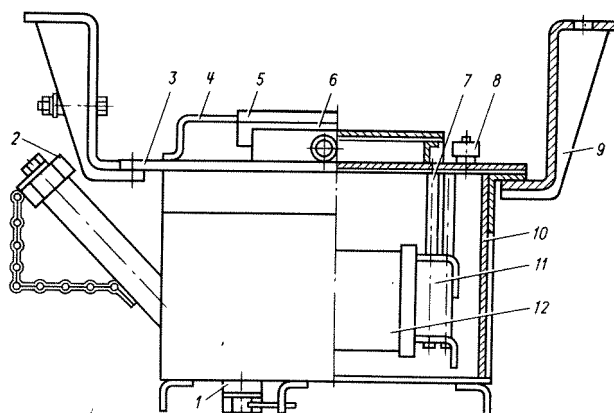


Рисунок 49. Трансформатор 1ТР-071

Бак имеет сбоку наливной патрубок, к пробке 2 которого прикреплен щуп для контроля уровня масла. На дне бака расположено маслосливное отверстие, закрытое пробкой 1. На крышке 3 расположены отверстие для выхода воздуха, закрытое пробкой 8 с отверстиями, и ручки 4 для подъема трансформатора. Бак 10 и пробки 2 и 1 имеют резиновые уплотнения, а пробка 8 – войлочное. Монтаж проводов осуществляют через втулку 6 коробки 5.

Трансформаторы 1ТР.033, 1ТР.068, 1ТР.069 и 1ТР.070. Трансформаторы предназначены для использования в системе тиристорной стабилизации:

1ТР.068 – входные трансформаторы $Tr1$, $Tr2$ блока управления БУС;

1ТР.033 – импульсный трансформатор $TrБ$ блокинг-генератора БГ;

1ТР.069 – понижающий трансформатор $TrП$ для питания АЛС;

1ТР.070 – трансформатор тока ТрО – датчик ограничителя тока.

Магнитопровод трансформатора 1ТР.033 набран из Ш-образных пластин. Катушка каркасная. Трансформатор крепится к панели лапками коробки. Магнитопровод трансформатора 1ТР.068 набран из Ш-образных пластин. На среднем стержне магнитопровода насажена каркасная катушка, от 730-го витка обмотки Н2-К2 и от 200-го витка обмотки Н3-К3 сделаны отводы. Выводы катушки крепятся к лепесткам панели. Коробка предназначена для стяжки магнитопровода и крепления к панели. Магнитопровод трансформатора 1ТР.069 набран из Ш-образных пластин. На среднем стержне магнитопровода насажена каркасная катушка, от 198-го и 205-го витков обмотки Н2-К2 сделаны отводы. Выводы катушки крепятся к лепесткам панели. Угольники предназначены для крепления трансформатора к панели. Магнитопровод трансформатора 1ТР.070 Ш-образный. Первичная обмотка намотана на каркасную катушку. Вторичная обмотка намотана непосредственно на средний стержень магнитопровода проводом ПС-1000. Трансформатор крепится к панели с помощью угольников.

ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Основными элементами в любой схеме выпрямления являются вентили, которые пропускают ток по электрической цепи только в одном направлении. Вентили могут включаться по различным схемам, в зависимости от этого изменяется форма выпрямленного тока и напряжения. На электропоездах ЭР9М в тяговой выпрямительной установке и вспомогательных цепях используют вентили В2-200, ВЛ-200. В выпрямительной установке электропоездов ЭР9Е используют таблеточные вентили типа ВЛ-7-320. Эти вентили предназначены для преобразования переменного тока промышленной частоты в условиях температуры окружающего воздуха от 50 до 140 °С, ударных сотрясений с ускорением до 120 м/с² и длительных вибраций в диапазоне частот от 5 до 10 Гц с ускорением 50 м/с². Каждый вентиль имеет маркировку, первым элементом которой служат буквы, обозначающие вид прибора (В – вентиль, Т – тиристор). Второй элемент маркировки обозначает принадлежность прибора к определенной группе (Л – лавинный, Ч – высокочастотный и т. п.). Третьим элементом является число, указывающее номер конструктивного исполнения (для первого конструктивного исполнения цифра 1 не указывается). Четвертый и пятый элементы указывают предельный ток в амперах и класс по повторяющемуся напряжению. Шестой элемент означает прямое падение напряжения в вольтах (указывают не для всех типов диодов). Пример маркировки вентиля: ВЛ-200-12-0,68 – вентиль лавинный с предельным током 200 А, повторяющимся напряжением 1200 В и средним значением прямого падения напряжения при токе 200 А — 0,68 В.

На электропоездах ЭР9М выпрямительная установка типа УВП-3 расположена под кузовом моторного вагона. Такое расположение имеет ряд преимуществ по сравнению с кассетным расположением в тамбурных шкафах: удобнее доступ к вентилям во время текущего обслуживания и ремонта; сокращается трудоемкость при монтаже и в обслуживании; упрощается схема самой выпрямительной установки; повышается пожарная безопасность конструкции. Выпрямительная установка УВП-3 укомплектована 84 вентилями ВЛ-200 и расположена в пыленепроницаемой камере под рамой моторного вагона. Камера имеет две съемные крышки 1 (рисунок 50).

В камере расположены шесть блоков, состоящих из 12 вентилях, и два блока, состоящих из 6 вентилях, расположенных в горизонтальных рядах. Вентили ввернуты в алюминиевые охладители. Охладители друг от друга изолированы гетинаксовыми прокладками. Гибкие выводы вентилях и ушки токоотводящих пластин находятся снаружи и легко доступны для осмотра и ремонта. Вводные клеммы для подсоединения силовых проводов расположены на четырех гетинаксовых панелях по краям установки. Блоки с вентилями подвешены в камере на направляющих пальцах и укреплены четырьмя болтами. Блоки внутри камеры образуют канал для охлаждающего воздуха.

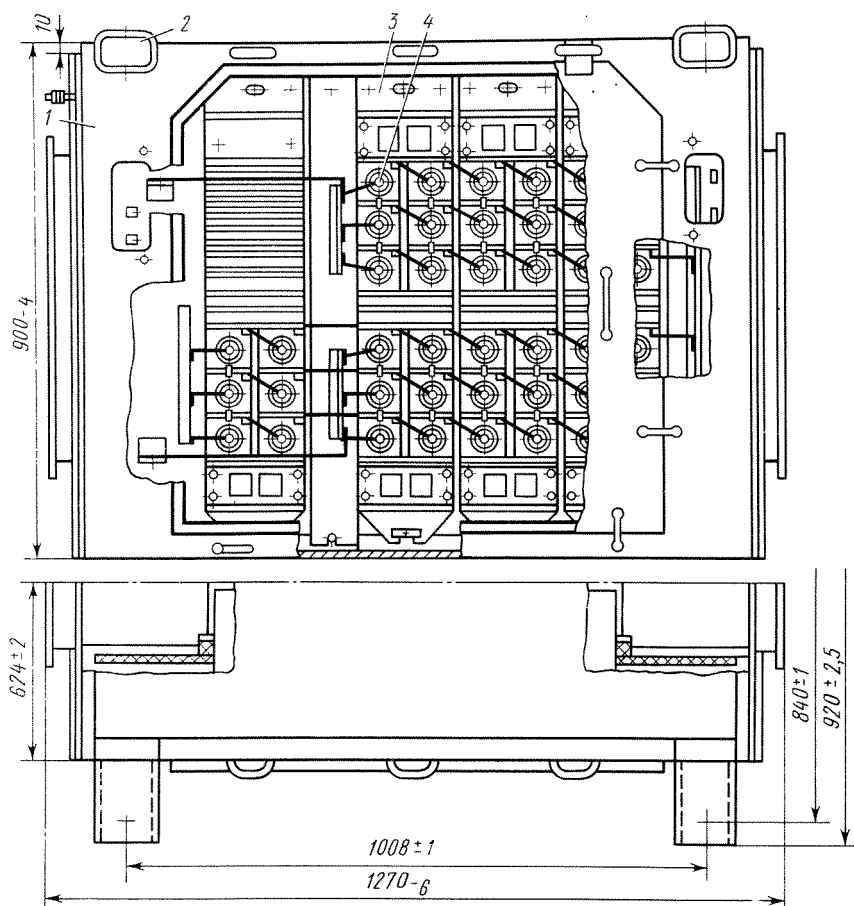


Рисунок 50. Выпрямительная установка УВП-3

На электропоезде ЭР9М применена система принудительного воздушного охлаждения трансформаторно-выпрямительного блока и сглаживающего реактора. Для охлаждения всей системы (рисунок 51) на валу расщепителя фаз установлен вентилятор производительностью 5480 м³/ч. Воздух для охлаждения поступает через жалюзи в нижней части боковой поверхности кузова, заборную камеру 1, камеру с фильтрами 2 и далее он нагнетается в вентиляционный канал 5, откуда подается по двум трактам: расщепитель фаз, атмосфера; выпрямительная установка 6, сглаживающий реактор 7, радиаторы 8 системы охлаждения трансформаторного масла, атмосфера. Средняя скорость воздуха между ребрами охладителей выпрямительной установки составляет около 11 м/с.

На электропоезде ЭР9Е применена выпрямительная установка УВП-5А. Конструктивно установка (рисунок 52) представляет собой пыленепроницаемую подвагонную камеру с односторонним обслуживанием. Внутри камеры на четырех груп-

повых охладителях размещены таблеточные лавинные диоды. Для лучшего доступа к элементам схемы предусмотрено шарнирное откидывающееся крепление групповых охладителей с углом поворота 90° .

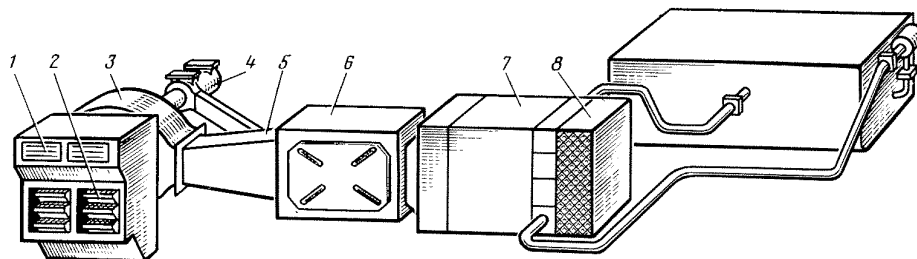


Рисунок 51. Схема вентиляции трансформаторно-выпрямительного блока моторного вагона ЭР9М

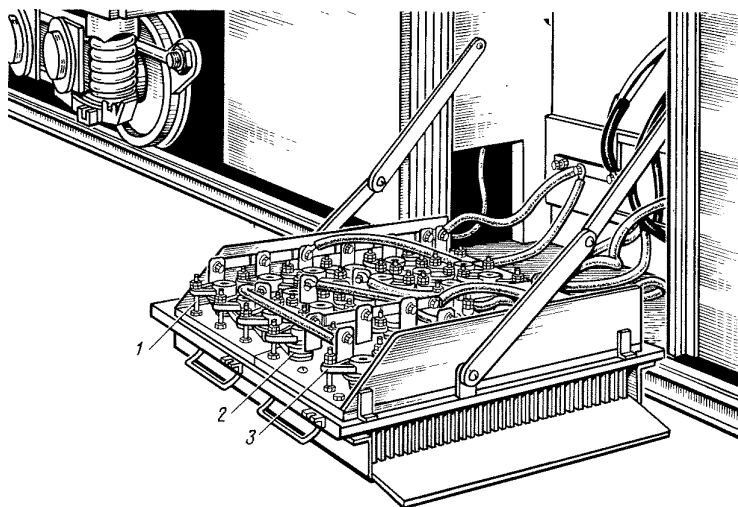


Рисунок 52. Выпрямительная установка УВП-5А электропоезда ЭР9Е

Общее количество диодов в установке – 60 шт. Электрическая схема установки представляет собой однофазный выпрямительный мост с расщеплениями двух плеч для обеспечения плавного бестокового перехода с одной позиции на другую. Плечи выпрямительного моста состоят из трех параллельных ветвей, в каждой из которых по четыре последовательно соединенных вентиля. На двух групповых охладителях из четырех расположено по 18 диодов, на двух других – по 12. Контактное нажатие внутри диода и минимальное тепловое сопротивление системы диод – охладитель обеспечивается внешним механическим прижимным устройством, создающим усилие около $1000 \times 9,8$ Н (рисунок 53, а). В качестве таблеточных вентилях в выпрямительной установке применены циклоустойчивые диоды ВЛ7-320 10–13-го классов (рисунок 53, б).

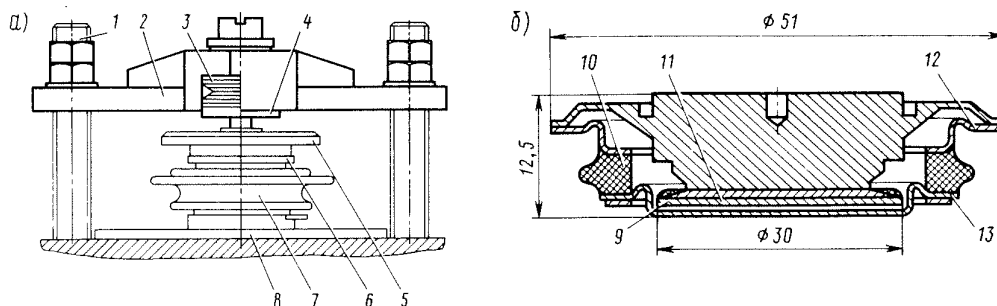


Рисунок 53. Прижимное устройство (а) и схематический разрез таблеточного диода ВЛ7-320 (б)

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ СИЛОВЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

Токоприемники

Электрический ток из контактного провода в цепи электропоезда передается через двухрычажный токоприемник ТЛ-13У-01, который состоит из основания 1 (рисунок 54, а), выполненного из стального швеллера с установочными размерами 800X1400 мм и позволяющего менять этот размер на 1450X1980 мм перестановкой кронштейнов 2; подвижной системы, состоящей из нижних 3 и верхних 4 трубчатых рам; верхнего узла, состоящего из полоза 5 и кареток 6 механизма подъема и опускания, состоящих из подъемных пружин 7 и пневматического привода 8 со встроенными в него опускающими пружинами 12. Синхронизация поворота валов 11 нижних рам осуществляется с помощью тяг 9 через рычаги 13.

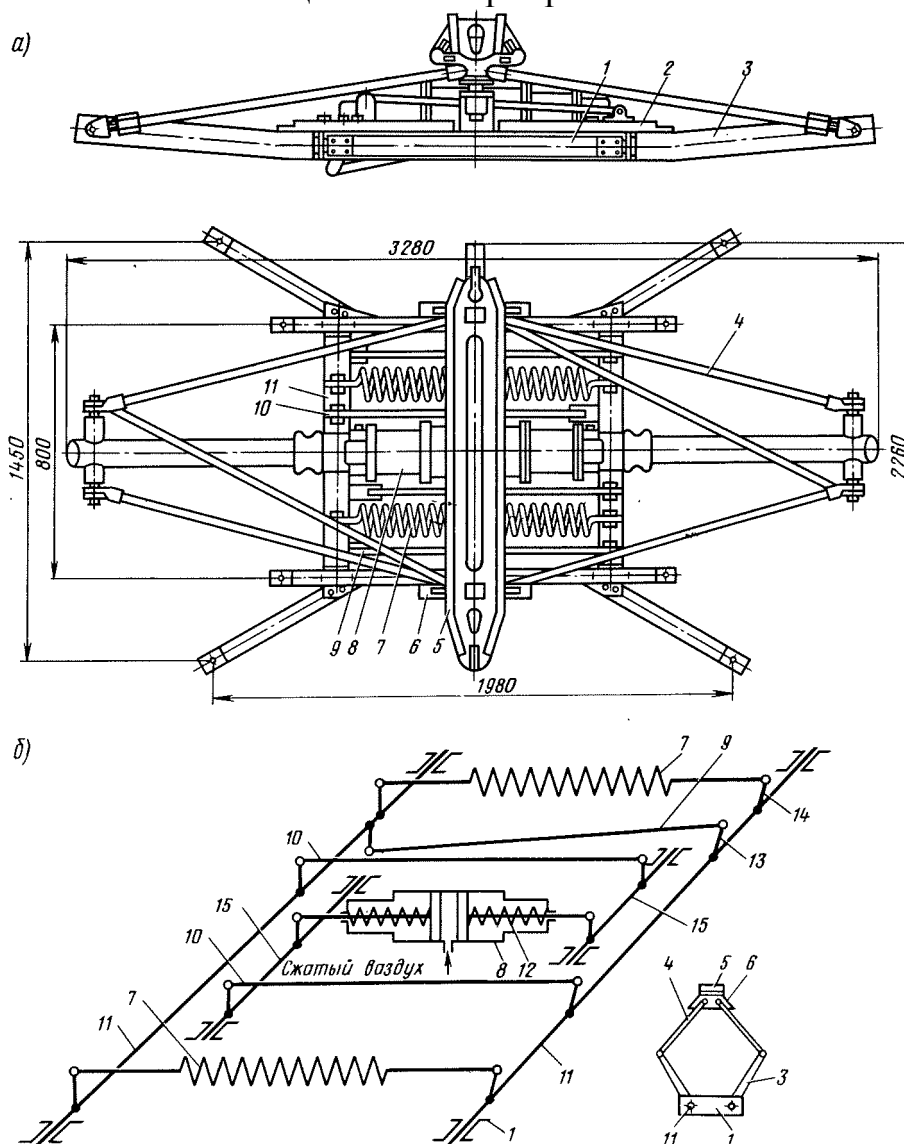


Рисунок 54. Токоприемник ТЛ-13У (а) и его кинематическая схема (б)

Величина опускающей силы и максимальная высота подъема регулируется поворотом тяги 10 пневматического привода, имеющей по концам правую и левую резьбу. Подъемные пружины 7 через рычаги 14 постоянно стремятся повернуть валы 11 навстречу друг другу. Сжатые опускающие пружины 12, вмонтированные в цилиндр привода 8, стремятся сблизить поршни и через промежуточные валы 15 и

тяги 10 создают вращающие моменты, приложенные к валам 11 и действующие в направлении опускания токоприемника. Действие пружин 12 сильнее пружин 7, поэтому при отсутствии сжатого воздуха в цилиндре токоприемник опущен. При подаче сжатого воздуха в цилиндр поршни расходятся, сжимая опускающие пружины. Движение поршней через систему рычагов и тяг передается валам 15, 11, и токоприемник поднимается.

Для защиты токоприемника от ударов полоз его крепят к верхним рамам с помощью специальных упругих механизмов – кареток. Основное назначение каретки – улучшить качество токосъема при проходе жестких точек и неровностей контактной сети. Каретка представляет собой систему шарнирно связанных рычагов, которые обеспечивают вертикальное перемещение полоза в пределах 50 мм. Основание 1 (рисунок 55) каретки посажено на поперечные прутки 2, жестко связанные с верхними рамами токоприемника. При подъеме и опускании токоприемника расстояние между прутками меняется. Поэтому в основании каретки сделаны прорезы, в которых передвигаются прутки. С основанием шарнирно соединены две серьги 3, а с ними верхняя планка 4 со стойкой, на которую с помощью оси 7 посажено коромысло 6. К коромыслу болтами крепят полоз токоприемника.

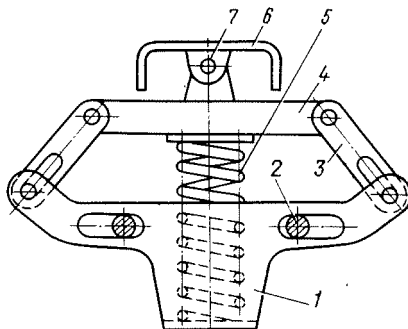


Рисунок 55. Каретка токоприемника

Между основанием 1 и планкой 4 вставлена пружина 5. Основание 1, серьги 3 и планка 4 образуют трапецию. Верхняя планка с полозом может перемещаться вниз, вправо, влево и поворачиваться относительно основания. Коромысло с полозом имеет возможность поворачиваться относительно оси 7. Пружины давят на полоз и стремятся привести его в верхнее положение. При всяком повороте полоза в какую-либо сторону создается разность давления обеих пружин, которая возвращает полоз в горизонтальное положение. Всякое повышение нажатия контактного провода на любое место полоза вызывает опускание верхней планки 4 вниз с обеих сторон, чем будет обеспечена параллельность его перемещения. При плавном изменении высоты контактного провода упругий механизм крепления полоза практически не действует, а изменение высоты подъема токоприемника происходит за счет изменения положения его рам.

Полоз 1 (рисунок 56) токоприемника изготовлен из оцинкованной стали толщиной 1,5 мм. На полозе укреплены сменные контактные вставки 2 (здесь угольные), материал которых оказывает существенное влияние на свойства подвижного контакта токоприемника с проводом. Угольные вставки обеспечили снижение удельного износа контактного провода в 3–4 раза, контактный провод полируется, срок службы самих угольных вставок превосходит срок службы медных накладок. Недостатком угольных вставок является то, что их контактное сопротивление в 3–

3,5 раза больше контактного сопротивления медных накладок, что в свою очередь вызывает увеличение потерь мощности в контакте и повышает опасность перегрева контактного провода при коротких замыканиях на электроподвижном составе, во время стоянки при местном нагреве провода. Это определило преимущественное их применение на токоприемниках э.п.с. переменного тока, где снимаемые одним токоприемником токи невелики. Одновременно угольные вставки обеспечивают снижение уровня радиопомех, вызываемых токосъемом.

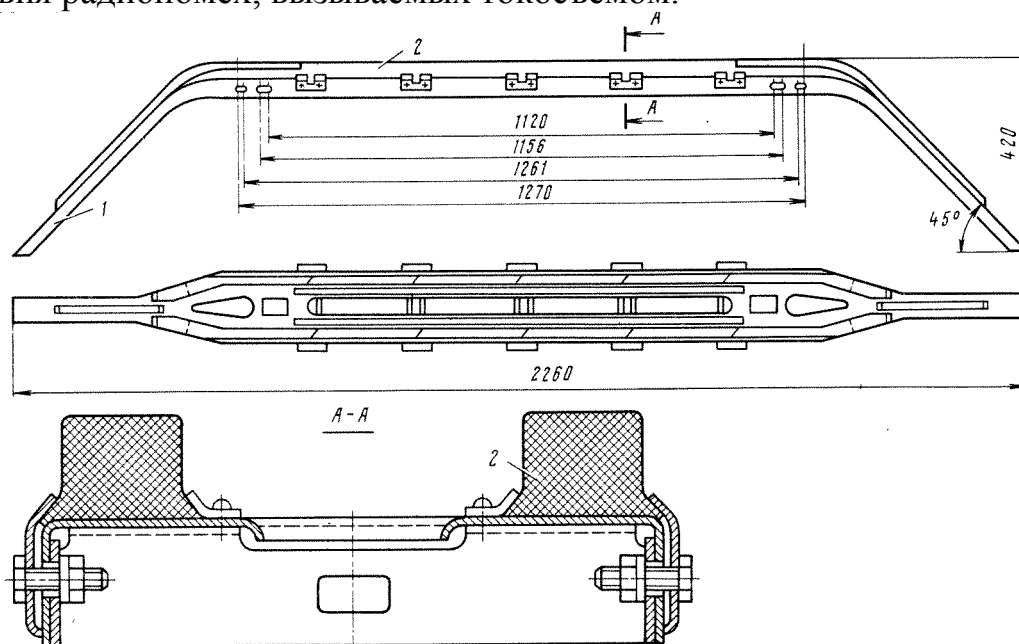


Рисунок 56. Полос токоприемника

Индивидуальные контакторы

Индивидуальный контактор представляет собой однополюсный или двухполюсный выключатель с косвенным и дистанционным управлением. Каждый однополюсный контактор состоит из: двух контактов – неподвижного и подвижного, которые замыкают или размыкают электрическую цепь; привода для перемещения подвижного контакта; притирающего устройства, обеспечивающего притирание подвижного контакта к неподвижному, что необходимо для улучшения условий работы контактных поверхностей; дугогасительного устройства для гашения электрической дуги, возникающей при разрыве контактов под током. Контактор, имеющий привод для одного подвижного контакта, называется индивидуальным. Для привода индивидуальных контакторов применяют или сжатый воздух, или электромагнит. Поэтому по системе привода их разделяют на контакторы с электропневматическим приводом (электропневматические контакторы) и контакторы с электромагнитным приводом (электромагнитные контакторы). Электропневматические контакторы применяют в силовых цепях тяговых двигателей, так как при токах 250–500 А и более необходимо нажатие 130–600 Н (13–60 кгс), что трудно достичь при электромагнитном включении. Электромагнитные контакторы применяют для включения и выключения вспомогательных машин, освещения, цепей отопления и других вспомогательных цепей.

Линейный контактор ПК-306. Контактор ПК-306 (по схеме ЛК1-ЛК2) представляет собой двухполюсный электропневматический контактор постоянного тока. Состоит из двух контакторов ПК-306Ф и ПК-306Т, работающих от одного электро-

пневматического привода, обеспечивающего одновременность их срабатывания. Обе контактные системы контактора изолированы друг от друга и от цилиндра привода, имеют две дугогасительные трехщелевые асбоцементные камеры и изоляция рассчитана на полное напряжение. Контактор ПК-306Ф (по схеме ЛК1), включенный в неразветвленную цепь тяговых двигателей, отличается от ПК-306Т (по схеме ЛК2) только дугогасительной катушкой, увеличенным нажатием контактов и усиленными гибкими шунтами. Эти изменения связаны с увеличенным номинальным током. На камеры контактора ПК-306Ф надевают дополнительный защитный кожух, способствующий увеличению разрывной мощности контактора и ликвидации возможности переброса дуги с одного контактора на другой, а также между отдельными камерами контактора. Контактор ПК-306Т собирается на цельной металлической стойке 1 (рисунок 57), которая по всей длине, за исключением концов, изолируется. В верхней изолированной части стойки 1 укреплен кронштейн 5. Кронштейн является держателем неподвижного контакта 8 и дугогасительной катушки 6. Ниже кронштейна 5 на стойке 1 крепится кронштейн 2 подвижного контакта. С кронштейном 2 шарнирно соединен рычаг 4, который в свою очередь шарнирно соединен с держателем 12, несущим подвижной контакт 9, связь которого с контактным болтом осуществляется шунтом 3.

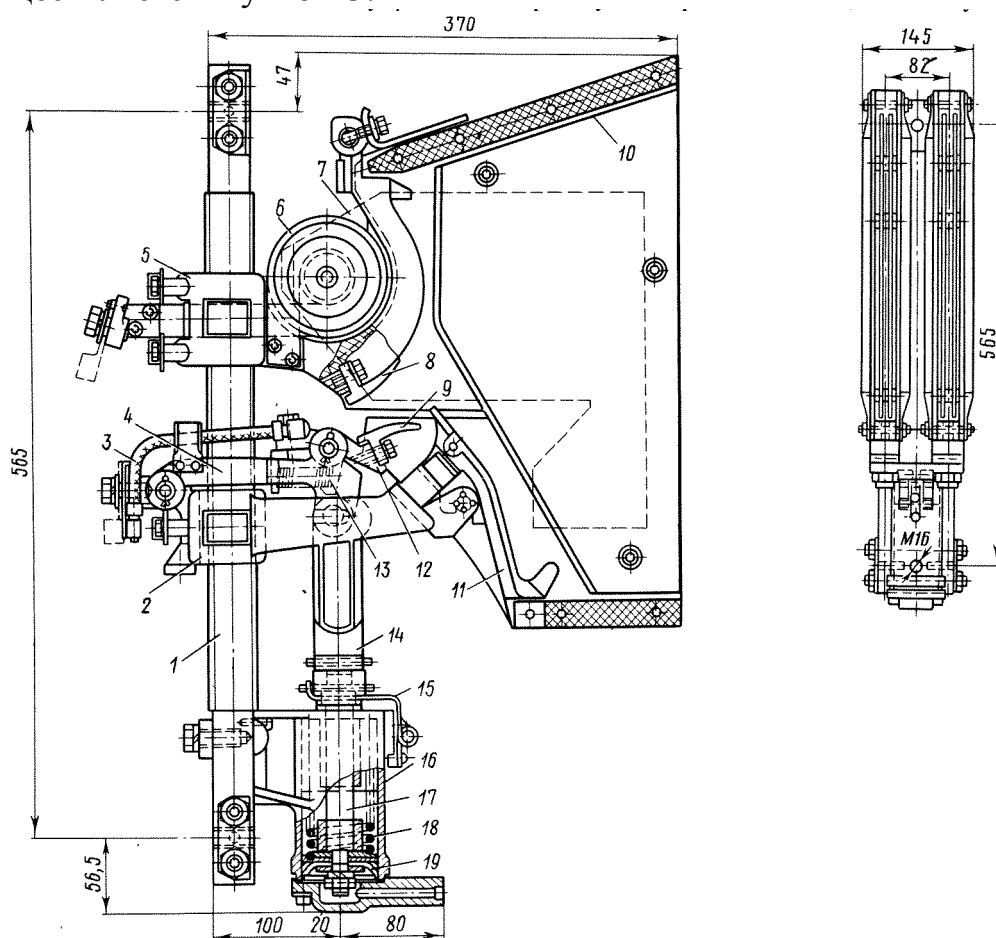


Рисунок 57. Контактор ПК-306Т

Рычаг 4 в нижней своей части шарнирно соединен с изолированной тягой 14, скрепленной со штоком привода 17. Внутри цилиндра 16 шток отжимается пружиной 18 и оканчивается кожаными манжетами поршня 19. При поступлении сжатого воздуха в цилиндр через отверстие в крышке 20 приподнимается шток, преодолевая

действие внутренней пружины. Подъем штока заставляет рычаг 4 приподнимать свой правый конец, вращаясь вокруг оси. Вместе с правым концом рычага будет подниматься держатель 12. Подъем последнего будет иметь место до соприкосновения подвижного контакта с неподвижным, но подъем штока внутри цилиндра будет продолжаться, поэтому после соприкосновения контактов держатель начнет поворачиваться вокруг своей оси, сжимая при этом притирающую пружину 13, и произойдет притирание контактов. Контакты притираются и приходят в полное соприкосновение. При выпуске сжатого воздуха из цилиндра внутренняя пружина отожмет шток книзу, и вместе с ним вся подвижная часть с большой скоростью опустится вниз. В первоначальный момент подвижной контакт под действием притирающей пружины произведет обратное качение по неподвижному контакту, произойдет так называемое оттирание контактов. Дуга, возникающая между контактами под действием магнитного полюса 7, перебрасываясь с контактов на рога 11, гасится в дугогасительной камере 10. Подача воздуха в цилиндр и выпуск его в атмосферу производятся при помощи электропневматических вентилей ВВ-2Г и ВВ-3Г-1. Контактторы снабжены пальцевыми блокировками Б-26, представляющими собой стальные неподвижные пальцы, связанные с приводом блокировок 15, и поворотные колодки с медными контактными накладками. Колодки связаны с пневматическим приводом контактора через систему рычагов. Контактторы ПК-306Т и ПК-306Ф отличаются величиной длительного тока (соответственно 250 А и 400 А). Контакты контактора ПК-306Ф имеют напайки из серебра. Дугогасительные катушки контакторов ПК-306Т и ПК-306Ф имеют число витков соответственно 7,75 и 3,75, а сечение меди – 95 и 145 мм².

Электропневматические вентили служат для дистанционного управления впуском и выпуском сжатого воздуха в цилиндры приводов электропневматических аппаратов. На электропоездах применяются электропневматические вентили включающего типа, обозначаемые сокращенно ВВ. Включающий вентиль при невозбужденном состоянии своей катушки соединяет цилиндр аппарата, на котором он установлен, с атмосферой и отсоединяет его от источника сжатого воздуха. При возбужденном состоянии катушки включающий вентиль соединяет цилиндр аппарата с источником сжатого воздуха и отсоединяют его от атмосферы.

Вентиль включающего типа состоит из корпуса 1 (рисунок 58), которым он прикреплен к соответствующему аппарату. Корпус имеет отверстия, ведущие: Р – к резервуару сжатого воздуха, Ц – к цилиндру аппарата и А – к атмосфере. Внутри корпуса запрессована бронзовая втулка (седло) для клапанов 2 и 10. При возбуждении катушки якорь 5 под действием магнитного потока поворачивается относительно острой грани ярма 12 и нажимает на ствол 9 выпускного клапана 2. Последний своей притирочной поверхностью прижимается к седлу и отсоединяет цилиндр привода от отверстия А, т.е. от атмосферы. Одновременно с этим выпускной клапан 2 давит на ствол впускного клапана 10, преодолевая сопротивление пружины 11. Сжатый воздух поступает через отверстие Р в пространство между притирочными поверхностями впускного клапана и седла и через отверстие Ц в цилиндр привода аппарата. При прекращении питания катушки 4 пружина 11, преодолев вес обоих клапанов и якоря, отжимает их кверху, вследствие чего доступ сжатого воздуха в ци-

линдр аппарата прекращается. Отверстие Ц соединяется при этом с отверстием А, и сжатый воздух из цилиндра аппарата выходит в атмосферу.

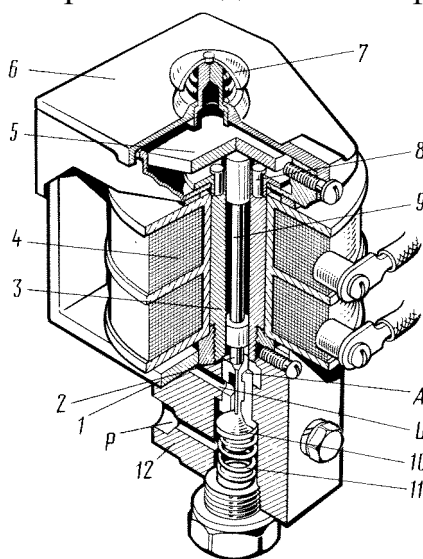


Рисунок 58. Электропневматический вентиль включающего типа

В сердечник 3 вклепаны две медные шпильки 8 для предохранения якоря от залипания. Проверку работы вентиль вручную производят кнопкой 7, установленной в крышке 6, из немагнитного металла. Выход воздуха в атмосферу регулируется винтом, ввернутым в отверстие А. Вентили ВВ открытого исполнения применяются двух типов: ВВ-2 и ВВ-3, различающихся расчетными данными катушек. Вентили ВВ-3 снабжены медными демпферными кольцами. При включении и отключении катушки изменяющийся магнитный поток наводит в этих кольцах вихревые токи. Их магнитный поток действует соответственно навстречу или согласно со спадающим потоком катушки, в результате этого происходит замедление и смягчение работы клапанов. Минимальное давление воздуха в вентиле 0,375, номинальное – 0,5 МПа (5 кгс/см²). Максимальное давление для ВВ-2Г – 0,8 МПа (8 кгс/см²), для ВВ-3Г – 0,675 МПа (6,75 кгс/см²). Номинальный воздушный зазор магнитной системы вентиль при возбужденной катушке равен (1,3±0,5) мм. Масса вентиль 2,2 кг.

Групповые контакторы

Групповыми контакторами называются аппараты, состоящие из нескольких контакторных элементов, связанных между собой механически таким образом, что при работе привода аппарата контакторные элементы замыкаются и размыкаются в заданной последовательности. По роду привода групповые контакторы разделяют на аппараты с ручным, пневматическим и электродвигательным приводом. В зависимости от функций, выполняемых кулачковыми контакторами группового контроллера, последние подразделяются на: реостатные контроллеры – для переключения ступеней сопротивлений; групповые переключатели – для переключения тяговых двигателей с одного соединения на другое; реверсоры – для изменения направления тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей; тормозные переключатели; контроллеры – для переключения ступеней напряжения трансформатора и ослабления поля тяговых двигателей. По роду электрических цепей, для которых предназначаются групповые контакторы, их разделяют на силовые и управления. На электропоездах переменного тока применяют следующие групповые контакторы: сило-

вой контроллер, переключатель реверсивный и контроллер управления. Основными частями группового контактора являются кулачковые контакторы, кулачковый вал с кулачковыми шайбами или кулачками, привод аппарата, блокировочное устройство и корпус.

Контроллер силовой пневматический 1КС-006 (рисунок 59) является основным аппаратом автоматического управления пуском поезда путем переключения ступеней трансформатора и ослабления поля тяговых двигателей.

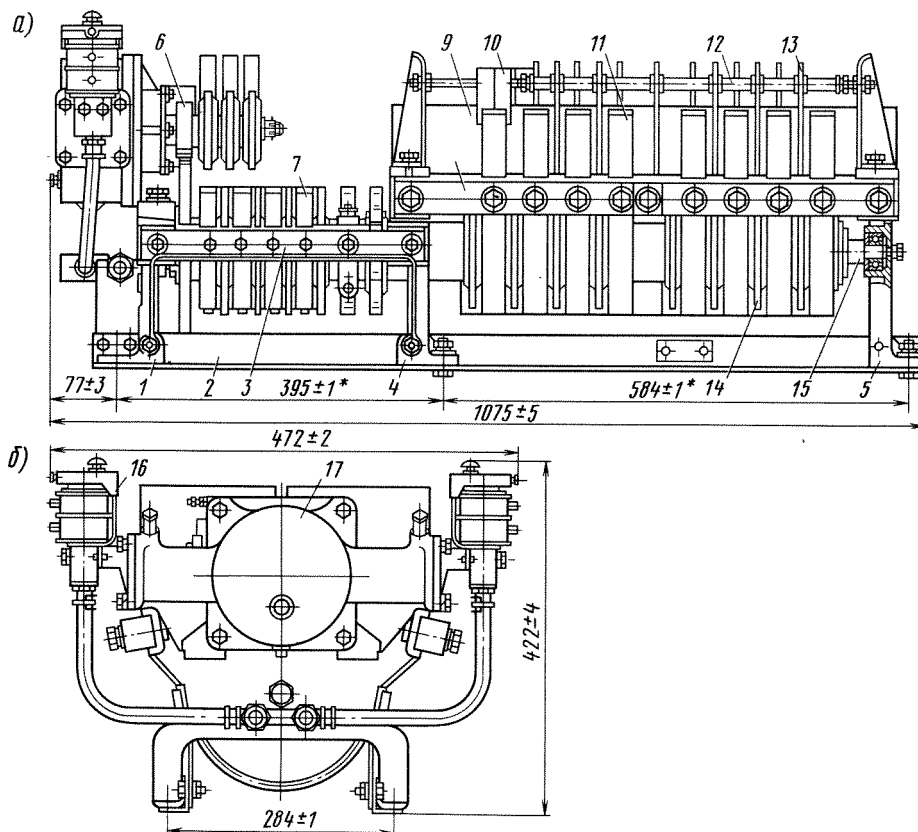


Рисунок 59. Контроллер 1КС-006

Переключение ступеней трансформатора осуществляется без разрыва тока, так что большинство контакторов контроллера не имеют дугогасительных устройств и только два контактора ослабления поля могут разрывать небольшой ток. Контроллер установлен в закрытом ящике. Каркас его состоит из двух продольных стальных угольников 2 и трех поперечных алюминиевых рам 1, 4, 5, которые крепят на угольниках, и в них вращается вал 15 с кулачковыми шайбами 14. Вал вращается пневматическим приводом 17 системы Л. Н. Решетова через зубчатую передачу 6 с передаточным отношением 10:3. По обе стороны кулачкового вала на текстолитовых рейках 8 установлены 14 кулачковых контакторов 11 силовой цепи КР-6А-1 и два кулачковых контактора 10 силовой цепи КР-8А-1, а на стальных рейках 3 – восемь кулачковых контакторов 7 цепей управления КР-3А-1. На средней и задней рамах контроллера над кулачковым валом прикреплена изоляционная перегородка 9, разделяющая противоположные ряды контакторов. На этих же рамах установлена экранирующая перегородка, состоящая из набора изоляционных перегородок 13 между силовыми контакторами. Перегородки предназначены для деионизации при искровых разрядах и смонтированы на шпильке 12. Шпилька заземлена, поэтому при случайных перебросах высокого напряжения на силовых контакторах возникает зазем-

Работа контроллера осуществляется при помощи многопозиционного пневматического привода системы Л. Н. Решетова, который состоит из двух цилиндров 1 (рисунок 60) с картером и поршнями 3, соединенными общим штоком 6.

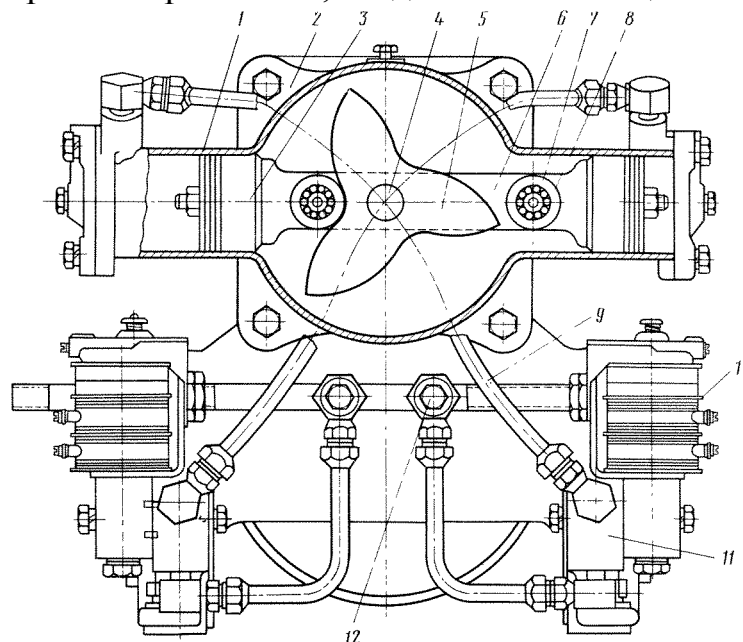


Рисунок 60. Пневматический привод силового контроллера

Шток по концам имеет вырезы для установки роликов 7, вращающихся на игольчатых подшипниках 8, посредством которых движение поршней передается трехконечной звезде 5. Звезда напрессована и приварена к валику 4, вращающемуся в двух шариковых подшипниках, запрессованных в подшипниковый щит 2. Последний укрепляется на цилиндрах привода винтами с потайной головкой. Цилиндр резиновым трубопроводом 9 соединен через коллектор 11 с электропневматическими вентилями 10 типа ВВ-ЗГ, которые в свою очередь соединены с воздушной магистралью. Для регулировки подачи сжатого воздуха в полости цилиндров служат два регулировочных вентиля 12. При возбуждении одной из катушек электропневматического вентиля сжатый воздух будет давить на поршень и заставит его, а вместе с ними и рейку начать продольное перемещение в одно из крайних положений. При этом ролик приблизится к звезде и, катясь по профилю звезды, заставит последнюю повернуться на 60° . Для последующего поворота звезды, а следовательно, и кулачкового вала контроллера необходимо возбудить другой вентиль, который был до этого обесточен, и поршень с рейкой переместится в другое крайнее положение и повернет звезду еще на 60° и т. д.

Особенностями этого привода являются: обязательное равенство углов между всеми позициями кулачкового вала, в том числе между последней и первой позицией. Угол между ними должен равняться $360^\circ: n$, где n – целое число позиций. Так, для электропоездов переменного тока число позиций 20, угол между позициями составляет 18° ; при прекращении процесса пуска на любой рабочей позиции привод не может быть возвращен на нулевое положение иначе, как путем вращения его в холостую вперед до окончания полного оборота кулачкового вала на 360° . Для улуч-

шения фиксации позиций на главном валу контроллера установлены два механических фиксатора, работающих поочередно через одну позицию. Для предотвращения прогиба главного вала (ввиду большой его длины) средняя его часть опирается на роликовый люнет, укрепленный на средней раме контроллера.

Реверсивный переключатель ПР-320Б-1. В процессе работы электропоезда возникает необходимость изменять направление движения. Для этого нужно изменить направление вращения якорей тяговых двигателей – реверсировать их. Аппарат, посредством которого производят изменение направления тока в обмотках возбуждения или обмотках якорей тяговых двигателей, а следовательно, и изменение вращения якорей, называется реверсором. Реверсоры, как правило, включают в цепь обмоток возбуждения тяговых двигателей. Это объясняется тем, что напряжение, приходящееся на обмотки возбуждения, меньше, чем приходящееся на якорь, что позволяет уменьшить размеры аппарата, и он получается значительно проще. На электропоездах ЭР9 установлен реверсор ПР-320Б-1. Он представляет собой каркас из двух поперечных алюминиевых рам 1 и 7 (рисунок 61), скрепленных двумя продольными угольниками 2 и двумя текстолитовыми рейками 10, на которых размещено восемь силовых контакторов 4 и два контактора управления 6. Для размыкания силовых контакторов и контакторов управления имеются кулачковые шайбы 3. Кулачковые шайбы насажены на кулачковый вал 5, который вращается в подшипниках 11, запрессованных в рамы. Реверсор имеет два рабочих положения Вперед и Назад. Для поворота кулачкового вала реверсора на передней раме размещен двухпозиционный привод 8. Подача воздуха в левую и правую полости привода осуществляется электропневматическими вентилями 9.

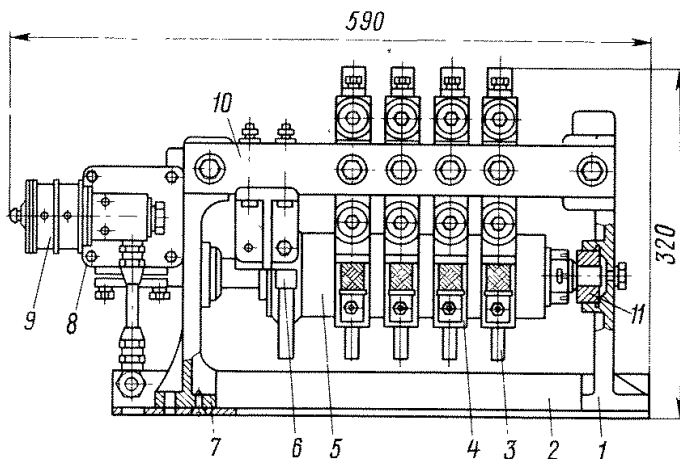


Рисунок 61. Переключатель реверсивный

Привод реверсора состоит из цилиндра 1 (рисунок 62), закрытого с обеих сторон крышками 5. В цилиндре помещены два поршня 4, связанные между собой штоком 2. В средней части штока размещен железобетонный сухарь 3. Для впуска и выпуска сжатого воздуха на крышках цилиндра устанавливают два вентиля включающего действия ВВ-2Г. При подаче воздуха в одну из полостей цилиндра поршень начинает перемещаться вместе с сухарем 3, который тянет за собой поводок 6, поворачивающий кулачковый вал 7 с упором 8 на 45°. Переключение обмоток возбуждения происходит без тока, поэтому кулачковые контакторы выполнены без дугогашения.

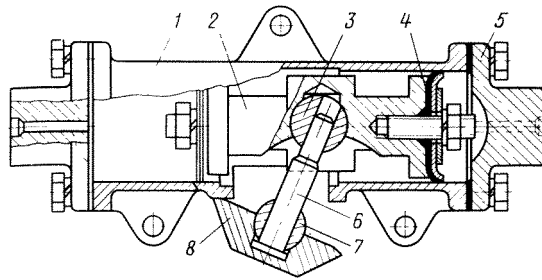


Рисунок 62. Пневматический привод реверсивного переключателя

Кулачковые контакторы. Основным узлом групповых коммутационных аппаратов (силовых контроллеров, реверсоров, контроллеров цепей управления и т. д.) являются кулачковые контакторы, которые непосредственно осуществляют замыкание и размыкание электрических цепей.

На электропоездах для бестоковой коммутации силовых цепей применяют контакторы КЭ-4Д и КР-6А, а для коммутации под током – контакторы КР-8А. Для коммутации цепей управления используют контакторы КР-3А-1, КЭ-42.

Силовой кулачковый контактор КЭ-4Д представляет собой размыкающий контактор без дугогашения. В свободном состоянии, когда на ролик 5 (рисунок 63) не давит кулачковая шайба привода, под действием силовой пружины 4, стремящейся удлиниться, рычаг 6 подвижной части контактора поворачивается вокруг оси 7 до упора в изолятор 2.

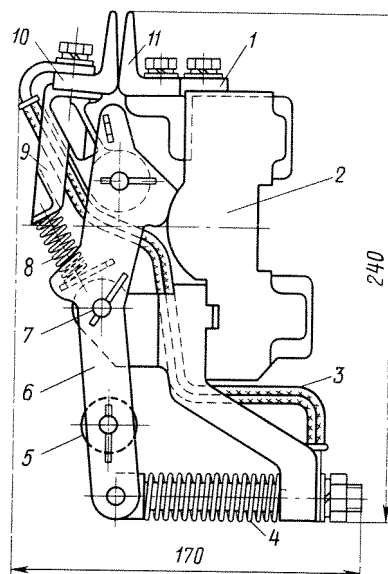


Рисунок 63. Кулачковый контактор КЭ-4Д

В процессе поворота рычага 6 подвижной 10 и неподвижный 11 контакты сначала замыкаются, а затем перекатываются. При этом держатель 9 подвижного контакта поворачивается вниз, и притирающая пружина 8 сжимается. Неподвижный контакт крепят к держателю 1. Размыкание контактора осуществляется с помощью кулачковой шайбы, укрепленной на вращающемся валу аппарата. Выступ шайбы давит на ролик 5 слева направо и поворачивает вместе с роликом рычаг 6. Силовая пружина 4 при этом сжимается, а контакты под действием удлиняющейся контактной пружины 8 сначала перекатываются, а затем, когда держатель 9 упрется в упор рычага 6, размыкаются. Вся система запараллелена гибким шунтом 3.

Кулачковый контактор КР-6А отличается от контактора КЭ-4Д только конструкцией подвижного контакта. Подвижной контакт – пальцевый без контактодержателя, пружина вынесена за точку опоры подвижного контакта. Эти изменения позволили уменьшить момент инерции и тем самым уменьшить возможность отскоков подвижного контакта при включении. Контакт 7 (рисунок 64) опирается на призмы 3 и 6, закрепленные на рычаге 1. Регулировка контактного нажатия подвижного контакта 7 возможна изменением натяжения притирающей пружины 4, затягиванием или отпуском гайки 5. Соединение подвижного контакта 7 с контактным болтом 8 осуществляется гибким шунтом 2.

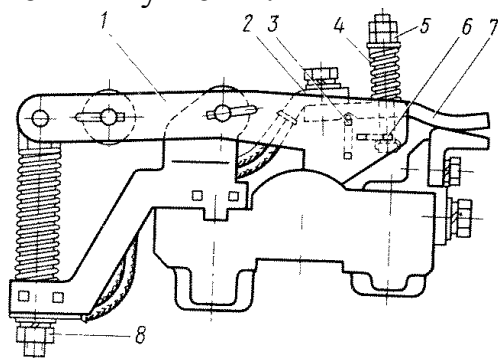


Рисунок 64. Кулачковый контактор КР-6А

Кулачковый контактор КР-8А отличается от контактора КР-6А только наличием дугогасительной системы, которая состоит из сердечника 6 (рисунок 65), двух полюсов 3, дугогасительной камеры 1 и дугогасительной катушки 8, включенной последовательно с неподвижным контактом 6. Дугогасительная система крепится на изоляторе контактора двумя текстолитовыми планками 7. На неподвижном контакте 5 установлен дугогасительный рог 4.

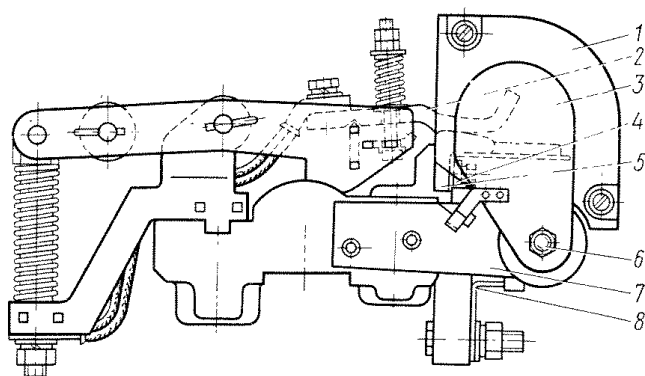


Рисунок 65. Кулачковый контактор КР-8А

Кулачковые контакторы цепей управления КР-3А применяются в контроллере машиниста, силовом контроллере и реверсивном переключателе. Контактор размыкающий состоит из прессованного изолятора 9 (рисунок 66), коробчатого штампованного рычага 6, шарнирно укрепленного при помощи стойки 8 с роликом 7. В этом же рычаге на подпятнике 5 размещена подвижная стальная контактная пластинка 4 с серебряным контактом 3 и гибким шунтом 10. Неподвижный контакт 2 представляет собой стальной болт, проходящий сквозь изолятор с напаянным на шестигранной головке серебряным контактом. Включение контактора и притирание контактов осуществляются пружинной 1. Выключение контактора происходит при давлении кулачковой шайбы группового аппарата на ролик контактора. Изолятор

контактора имеет посадочное место для крепления его болтом М8 к рейке шириной 38 мм.

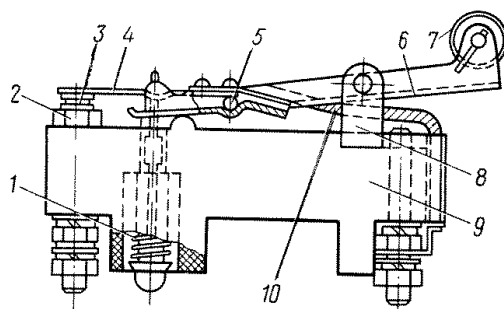


Рисунок 66. Кулачковый контактор КР-3А-1

Кулачковый контактор КЭ-42 состоит из пластмассового изолятора 7 (рисунок 67), который крепят болтом к рейке аппарата, и двух неподвижных контактов 2, представляющих собой болты, проходящие сквозь изолятор. К болтам крепятся провода. На изоляторе шарнирно укреплен рычаг 4 с роликом 5. На рычаге размещен контактный мостик 1 с двумя подвижными контактами и притирающей пружиной 3. Включение контактора осуществляет включающая пружина 6.

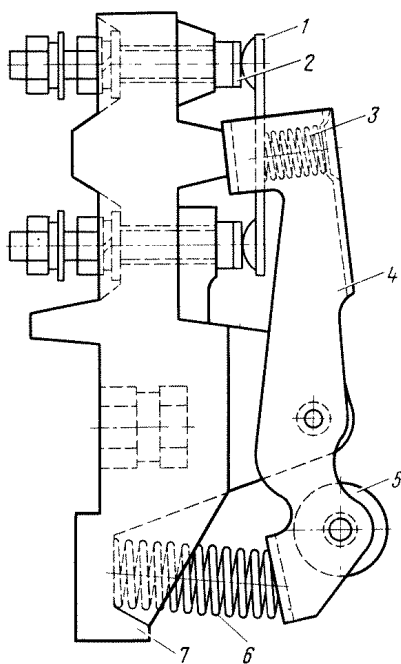


Рисунок 67. Кулачковый контактор КЭ-42

Резисторы силовых цепей

Резистором (сопротивлением) называют электрический аппарат, предназначенный для поглощения электрической энергии путем превращения ее в тепловую. На электропоездах в силовых цепях резисторы используют для ослабления поля, как маневровые и для ограничения пускового тока в цепи расщепителя фаз. При прохождении тока в резисторах выделяется тепло и происходит повышение их температуры. Поэтому в качестве материалов проводника и изоляции для резисторов применяют такие, которые могут длительно выдерживать высокие температуры нагрева. Лучшими материалами для резисторов являются сплавы константан, фехраль и нихром. На электропоездах в силовых цепях преимущественно применяют ленточные фехральевые резисторы. Наиболее широкое применение имеют рези-

сторы КФ. Элемент резистора состоит из фехральной спирали, намотанной на ребро на фарфоровые прокладки типа ПФ-77/8 или ПФ-77/10, которые в свою очередь пазами установлены на стальной держатель. К концам фехральной ленты припаяны твердым сплавом Л-62 выводные соединительные медные пластины с отверстиями под болты, которыми крепят шины, соединяющие элементы между собой, и внешние кабели. Хотя фехраль и допускает перегревы до 650–700 °С, элементы рассчитаны на работу с перегревом не свыше 450 °С, так как более высокая температура опасна для окружающего оборудования. Элементы собираются по несколько штук в ящики или блоки для удобства монтажа и расположения.

Ящик с резисторами (рисунок 68) состоит из комплекта силовых резисторов 4, которые крепятся держателями 9 на металлических стойках 3 ящика стальными шпильками 7. Шпилька изолируется эскапоновой и стеклянной нетканой лентой. Между выводами 8, держателем 10 и стойками 3 расположены стальные и изоляционные шайбы 5, дистанционные трубки и изоляторы 6. Между собой элементы соединяются шинами 2. Ящик предназначен для установки под вагоном на изоляторах 1.

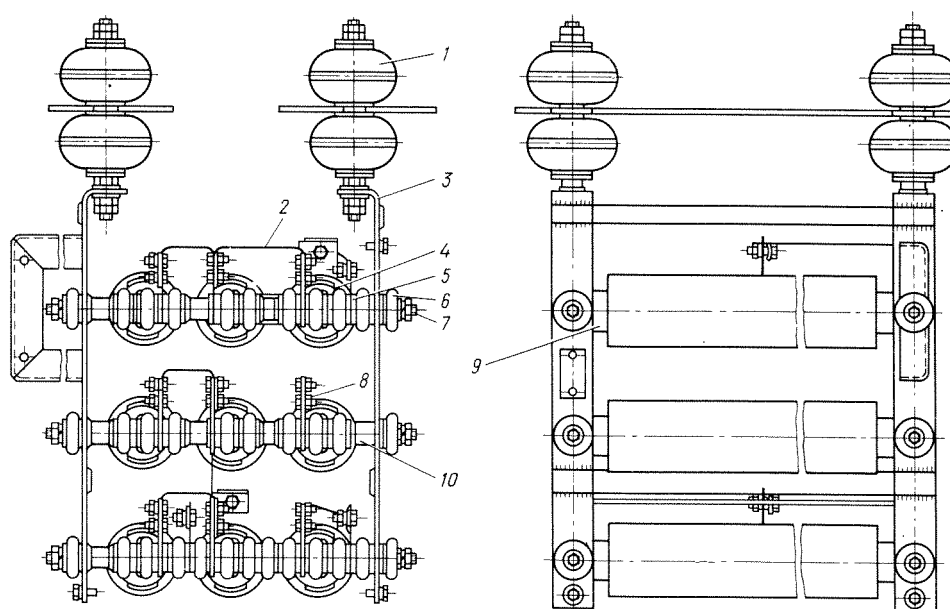


Рисунок 68. Ящик с резисторами КФ-П6В-1

Резисторы ослабления возбуждения 1БС.047 представляют собой комплект из восьми элементов КФ и рассчитаны на номинальное напряжение 3000 В. Мощность элемента 2150 Вт, установочный размер элементов 600 мм. Масса ящика резисторов составляет 70 кг.

Блок 1БС.026 выполняет функцию маневрового резистора (по схеме – R_г) при пуске тяговых двигателей. Он состоит из двух элементов типа КФ, соединенных последовательно. Сопротивление каждого элемента 0,102 Ом, мощность 920 Вт. Допускаемое отклонение сопротивления элементов ±5%. В собранном виде ящик с резисторами испытывают переменным током частотой 50 Гц в течение 1 мин: между шпилькой 7 (см. рисунок 68) и элементом резистора 4 – 3500 В; между элементом резистора и «землей» – 4750 В. Сопротивление должно быть не менее 50 МОм при температуре окружающей среды выше + 10 °С.

Высоковольтный ввод

Высоковольтный ввод предназначен для передачи высокого напряжения от токоприемника на первичную обмотку тягового трансформатора. Высоковольтный ввод (рисунок 69) состоит из токоведущих стальных шин, трансформатора тока ТПР-25 и проходного изолятора П-35/400-750.

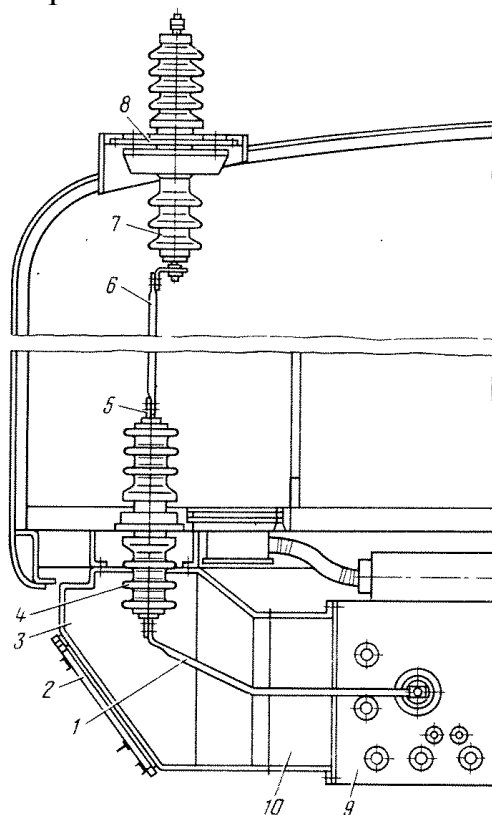


Рисунок 69. Высоковольтный ввод

Трансформатор в свою очередь состоит из проходной втулки 7, на которой закреплена катушка 8. Проходная втулка представляет собой полый фарфоровый корпус с ребрами на наружной поверхности, внутри которого проходит токоведущий стержень. Нижняя половина трансформатора проходит через обшивку крыши в шкаф № 3 моторного вагона и с помощью токоведущей шины 6 соединяется с проходным изолятором 4, укрепленным в полу. Своим фланцем изолятор крепится к раме вагона. Фланец заземлен. Шина 1 соединяет нижний конец изолятора с выводом главного трансформатора, расположенного во вводной коробке 9. Шина закрывается металлической коробкой 3, и горловиной 10 с крышкой 2. Коробка и горловина заземлены. Обе шины представляют собой стальные трубы, сплюснутые по концам и подсоединенные к изолятору и трансформатору болтами 5. Для исключения несчастных случаев двери шкафа № 3 заблокированы выключателем. При случайном открывании дверей срабатывает защита и опускается токоприемник.

Аппараты вспомогательных цепей управления

Вспомогательные цепи электроподвижного состава состоят из: цепей вспомогательных машин (расщепителя фаз, электродвигателя насоса тягового трансформатора; электродвигателя вспомогательного компрессора; электродвигателя вентилятора салона, электродвигателя компрессора); цепей управления вспомогательным оборудованием; цепей освещения и сигнализации.

Нормальная работа вспомогательных цепей обеспечивается электрическими аппаратами вспомогательных цепей и цепей управления, которые на электропоездах переменного тока можно разбить на следующие группы: аппараты вспомогательных цепей напряжением 600 В (аппараты цепей электроотопления; междувагонные соединения); аппараты вспомогательных цепей напряжением 220 В. К этой группе аппаратов относится вся аппаратура пуска и защиты расщепителя фаз и вспомогательных асинхронных двигателей; аппараты заряда батареи и питания цепей управления; аппараты цепей управления. К этой группе относятся контроллеры машинистов, кнопочные выключатели, электропневматические вентили, клапан токоприемника, низковольтное междувагонное штепсельное соединение, бытовые выключатели, реле для автоматизации процессов управления.

Электромагнитные контакторы КМ-1, КМ-3. Контактры КМ-1, КМ-3 устанавливаются на изоляционной ланели и применяются в качестве контакторов вспомогательных цепей и цепей управления (по схеме КО-1...4, КРС, КЗ). Контактр КМ-1 имеет Г-образный магнитопровод 2 (рисунок 70), на сердечнике которого установлена включающая катушка 3. На якоре 11 крепится подвижной контакт 9 из полосовой меди и прижимается контактной пружиной 10. На стойке 4 укреплен неподвижный контакт 8.

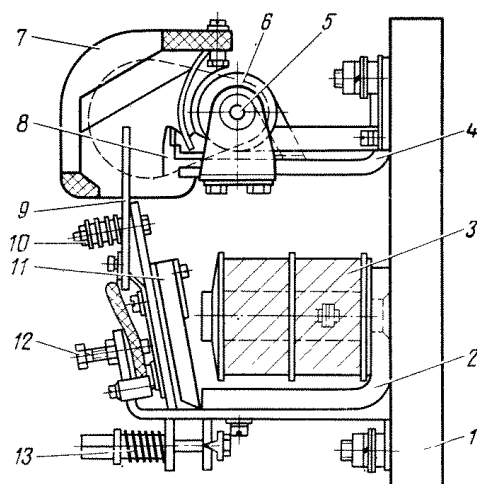


Рисунок 70. Электромагнитный контактр КМ-1

Система дугогашения состоит из помещенной на сердечнике 5 дугогасительной катушки 6 и дугогасительной камеры 7. На нижнем конце стальной планки, укрепленной на якоре 11, размещена отключающая пружина 13. Изменение зазора между сердечником и якорем осуществляется поворотом винта 12. Все узлы и детали контактора смонтированы на изоляционной панели 1. Контактры КМ-3 отличаются от контакторов КМ-1 наличием блокировочных контактов, имеющих серебряные напайки, и контактных пружин. Неподвижные блок-контакты представляют собой закрепленные в панели шпильки, на концы которых накручены специальные гайки с серебряными контактами. Контактр КМ-3Д выполнен с изолированным гибким шунтом блок-контактов. Контактр КМ-1Б применяется в цепях постоянного тока напряжением 110 В. Дугогасительная катушка контакторов состоит из 10 витков. Контактр КМ-3Д-2 имеет два замыкающих блок-контакта, а контактры КМ-3Д-4, КМ-3Г-4,5 – один размыкающий блок-контакт. Масса контактора КМ-1 Б – 2,4 кг, остальных – 2,7 кг.

Электромагнитный контактор КМ-15. Для пуска и включения расщепителя фаз применяют контактор КМ-15 (по схемам КР, КПР), все узлы и детали которого смонтированы на изоляционной панели 1 (рисунок 71). Контактор состоит из Г-образного магнитопровода 11, на сердечнике которого установлена включающая катушка 12 узла 6 подвижного силового контакта, дугогасительной камеры 2 и блокировки 9. Главные контакты состоят из одного неподвижного контакта 3 и одного подвижного контакта 4. На оба контакта напаяны контактирующие пластины из металлокерамики СОК-15. Блокировочные контакты выполнены с напайками из металлокерамики СН-30.

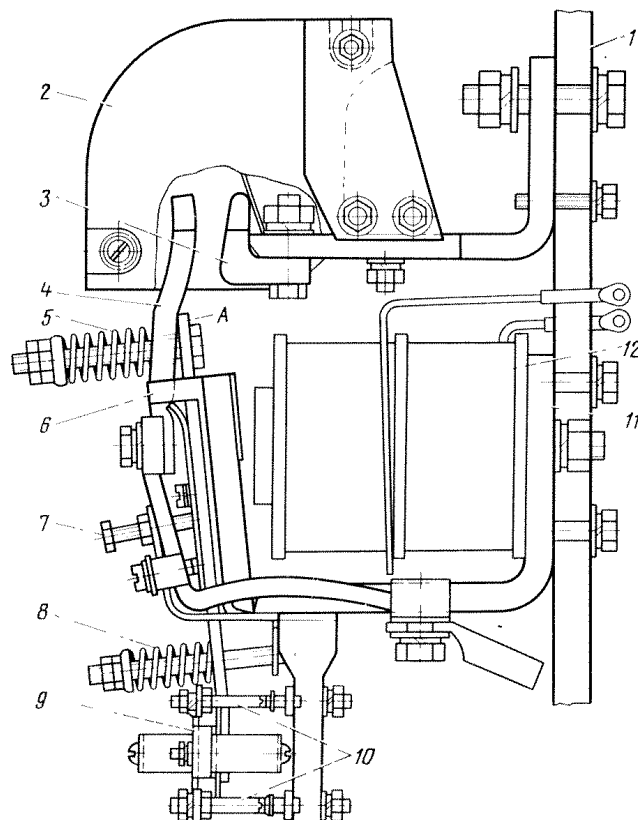


Рисунок 71. Электромагнитный контактор КМ-15

Контактное нажатие обеспечивается пружиной Д в исходное положение контактор возвращается пружиной 8. Регулировку контактора на ток срабатывания производят изменением нажатия отключающей пружины 8 и изменением зазора между сердечником и якорем поворотом упорного болта 7. Раствор силовых контактов регулируют упорным болтом 7 и нажатием контактной пружины 5. Раствор блок-контактов регулируется перемещением неподвижного контакта на шпильке 10. Порядок регулировки тот же, что и контакторов КМ-1, КМ-3.

Контактор КТПВ-621. Контакторы (по схеме КМК) серии КТПВ-600 предназначены для включения и отключения силовых электрических цепей. Двухполюсный контактор переменного тока КТПВ-621 электропоездов ЭР9М применен в качестве контактора асинхронного двигателя компрессора. Все узлы контактора собраны на скобе магнитопровода 1 (рисунок 72). На одном конце скобы закреплен сердечник 3 с втягивающей катушкой 2, на другом – пластмассовое основание 5, несущее на себе неподвижный контакт 7, дугогасительную систему. В прорезь основной скобы магнитопровода вставлен якорь 12, на котором закреплена скоба 11 с размещен-

ными на ней плоскими подвижными контактами 10. Гибкое соединение 4 связывает подвижной контакт с шинным выводом. Электромагнитное дутье в дугогасительной камере 9 создается катушкой 6 и щеками магнитопровода 8. Подвижной и неподвижный контакты снабжены дугогасительными рогами.

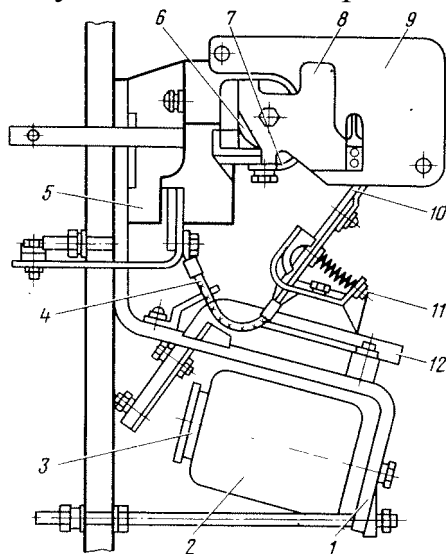


Рисунок 72. Контактор КТПВ-621

Клапан токоприемника

Клапан токоприемника КЛП-101Б-2 предназначен для подъема и опускания токоприемника, устанавливается в шкафу моторного вагона и представляет собой трехходовой кран с пневматическим приводом дистанционного импульсного действия. Кран и привод жестко связаны между собой.

При возбуждении правого электропневматического вентиля 1 (рисунок 73) сжатый воздух через каналы в теле цилиндра 2 перемещает поршень 3 с уплотняющим кольцом 4 в крайнее левое положение. Шток 5 поршня, двигаясь во фланце 6, поворачивает звезду 10, насаженную на хвостовик 11 притертой пробки. Повернувшись против часовой стрелки, пробка соединяет резервуар сжатого воздуха с цилиндром 2, и токоприемник поднимается. При возбуждении другого вентиля пробка звездой 10 поворачивается по часовой стрелке и отсоединяет цилиндр токоприемника от резервуара, соединяет его с атмосферой, и токоприемник опускается. Для достижения необходимой плотности отверстие для прохода штока уплотнено набивкой 9, которая сжимается уплотняющей гайкой 8. В хвостовике И имеется вырез 7 для ручного управления краном реверсивной рукояткой контроллера машиниста. Для регулирования скорости подъема токоприемника клапан имеет специальный регулировочный винт 14 с гайкой 15, ограничивающей отверстие для поступления воздуха в цилиндр токоприемника. Для резкого отрыва полоза токоприемника от контактного провода и последующего медленного опускания его на амортизаторы клапан токоприемника снабжен специальным редукционным клапаном 12 с регулировочным винтом 13, задерживающим выпуск воздуха из цилиндра в конце хода поршня. Выходя из цилиндра токоприемника, воздух отжимает клапан 18 от седла 19 и выпускается через отверстие диаметром 6,5 мм. После падения давления в цилиндре токоприемника пружина 17 прижимает клапан к седлу 19, и воздух выходит

через отверстие диаметром 1 мм. Выпуск воздуха регулируют винтом 13, ввернутым во втулку 16, путем изменения давления пружины 17.

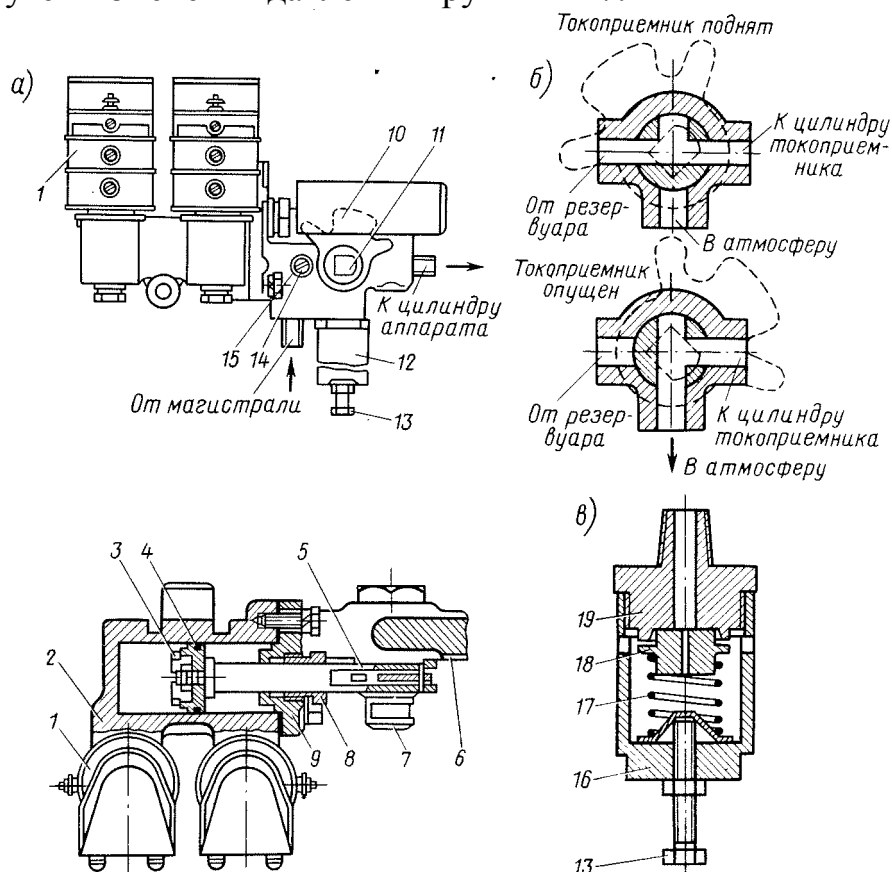


Рисунок 73. Клапан токоприемника КЛП-101-Б-2 (а), различные положения пробки клапана (б) и редукционный клапан (в)

Пневматический выключатель

Выключатель ПВУ предназначен для автоматического замыкания и размыкания цепи управления в зависимости от давления сжатого воздуха. Пневматический выключатель (рисунок 74) состоит из привода, шариковых фиксаторов, механизма переключения и контакторного элемента. В корпусе 16 установлен поршень 4 с манжетой 3, шток 14, отключающая пружина 10 и пробка 9. Направление движению поршня задается с помощью втулки 15. Корпус по месту установки поршня 4 герметически закрыт крышкой 1, уплотненной прокладкой 2. На штоке 14 размещен поршень 12 с гайкой 11. По центру фиксирующей канавки поршенька 12 устанавливаются шариковые фиксаторы, состоящие из шариков 13, толкателей 7, пружин 8 и нажимного стакана 6, закрепляемого после регулировки гайкой 5. Рычаг 17, шарнирно связанный со штоком, в зависимости от положения последнего через рычаг 21 переключает контакторный элемент 22, закрытый кожухом 18. Электрические провода цепи управления подсоединяются к клеммам 20 и 23, причем клемма 23 соединяется с неподвижным контактом, а клемма 20 – с подвижным контактом. Зазор между подвижным и неподвижным контактом регулируется применением различного вида прокладок 19. Сжатый воздух, подведенный под поршень 4 в отверстие крышки 1, преодолевая усилие пружины 10 и усилие нижнего шарикового фиксатора, при достижении уставки перемещает вверх шток 14 до упора поршня в корпус. Шток поворачивает рычаг 17, который через рычаг 21 переключает контакторный

элемент 22. При снижении давления сжатого воздуха пружина 10, преодолевая его противодействие и усилие верхнего шарикового фиксатора, по достижении уставки перемещает шток вниз до упора его бортом в корпус. Регулировка уставки аппарата осуществляется изменением затяжки пружин 8 шариковых фиксаторов.

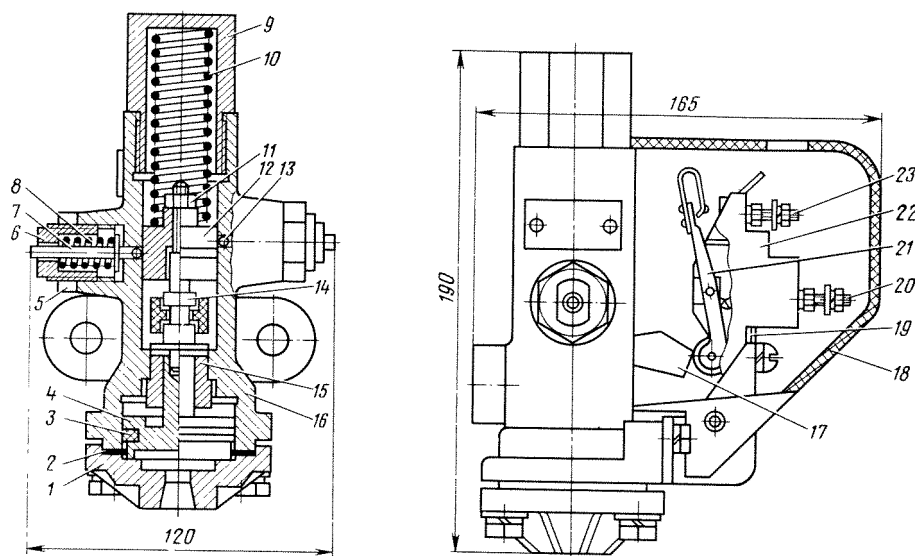


Рисунок 74. Выключатель пневматический ПВУ-2

Регулятор давления

Регулятор давления АК-11Б устанавливают на электропоезде для автоматического управления компрессорами с целью поддержания давления воздуха в питающей магистрали в установленных пределах. Регулятор АК-11Б (рисунок 75) представляет собой электрический выключатель мгновенного действия с пневматическим приводом. Контакты вместе с приводом смонтированы на пластмассовом основании 4 и закрыты изоляционным кожухом 3. Рычаг 8 подвижного контакта 6 осью 9 шарнирно соединен с направляющей 13 и штоком 10. Направляющая прикреплена к основанию винтами, шток перемещается в ней. С одной стороны на него действует главная пружина 14, с другой – через резиновую диафрагму 12 сжатый воздух, который подводится к фланцу 11.

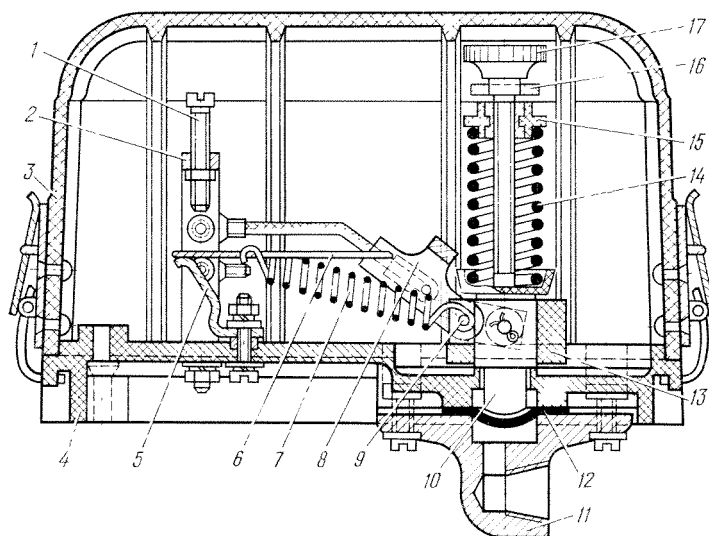


Рисунок 75. Регулятор давления АК-11Б

При повышении давления сжатый воздух давит на диафрагму. Она, растягиваясь, преодолевает действие пружины 14 и поднимает шток 10, который размыкает контакты. При понижении давления подвижной 6 и неподвижный 5 контакты замыкаются под действием пружины 7. Вращением головки винта 17 обеспечивается сжатие пружины 14, определяющей величину давления в напорной сети, при котором происходит размыкание контактов. Величина перепада не зависит от давления включения. Ее регулируют винтом 1, укрепленным на стойке 2.

Выключатели и переключатели

Универсальные переключатели УП5300 являются нерегулируемыми командными аппаратами и служат: УП5314-С398 – для переключения ППТ; УП5316-Е139 – для разъединения цепей управления (РУМ); УП5317-Л137 – для переключения освещения сигнальных ламп на пониженное напряжение.

Универсальный переключатель состоит из набора секций 3 (рисунок 76), стянутых шпильками 2. Через все секции проходит центральный валик 1, на конце которого укреплена пластмассовая рукоятка 4.

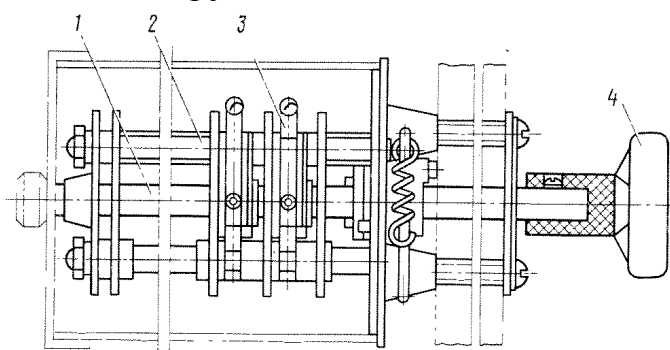


Рисунок 76. Разъединитель цепей управления УП5316-Е139

Каждая секция (рисунок 77) состоит из правого 10 и левого 6 подвижных контактов с роликами, неподвижного контакта 8, укрепленного на изоляционной рейке 9. Секции изолированы друг от друга пластмассовыми перегородками 13. На главном валу 5 укреплены три пластмассовые кулачковые шайбы 7. Неподвижные контакты, приваренные к скобам, укреплены на гетинаксовой рейке, которая стягивает переднюю и заднюю стойки аппарата. Два подвижных контактных пальца с металлокерамическими контактами соединены с выводными зажимами 12 гибкими ленточными шунтами 11.

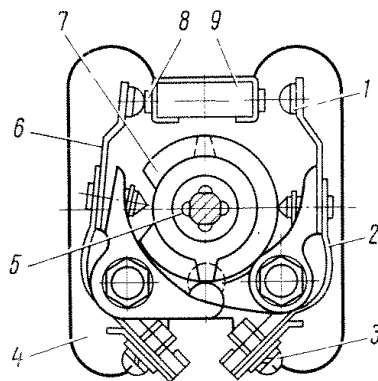


Рисунок 77. Секция разъединителя цепей управления УП5316-Е139

Замыкание и размыкание контактов каждой секции осуществляется кулачковыми шайбами. Одна из крайних шайб секции предназначена для включения левого

контактного пальца, другая – для включения правого пальца, средняя – для отключения пальцев. Универсальные переключатели отличаются от других командоаппаратов тем, что жесткая система включения и отключения контактных пальцев является наиболее надежной в работе.

Выключатель ВУ. Низковольтные выключатели ВУ с ручным приводом применяют в качестве оперативных в цепях управления. Выключатели однополюсные рычажного типа с мгновенным разрывом контактов. Выключатель ВУ-223А применен в цепи стеклообогрева, ВУ-226 – в цепях управления дверьми, выключения автостопа и дополнительного обогрева кабины. Выключатель ВУ-223А (рисунок 78) имеет изолированный корпус 5, в котором смонтировано контактное устройство. Размыкание и замыкание подвижного и неподвижного контактов 4 производится с помощью рукоятки 7. Для гашения возникающей при этом дуги имеется дугогасительная камера 3 с катушкой 2.

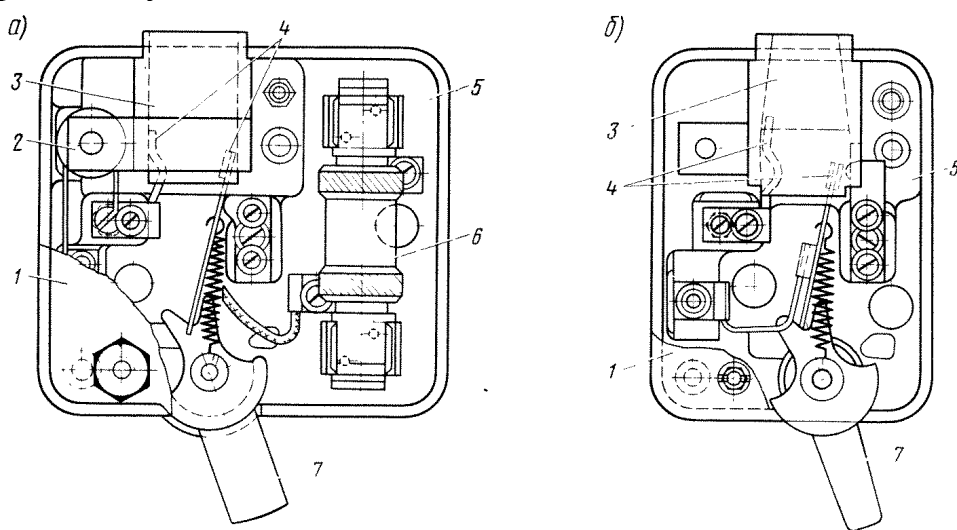


Рисунок 78. Выключатели ВУ-223А (а) и ВУ-226 (б)

В корпусе выключателя установлен предохранитель 6, защищающий коммутируемую выключателем цепь от коротких замыканий. Корпус закрыт крышкой 1 из изоляционного материала. ВУ-226 выполняется с одним подвижным и двумя неподвижными контактами. В конструкции отсутствуют дугогасительная катушка и предохранитель.

Выключатель ВК300А. Выключатель ВК300А предназначен для блокировки дверей высоковольтных шкафов (кроме шкафа № 3 моторного вагона) и лестницы для подъема на крышу. Выключатель имеет электрически не связанные между собой один замыкающий и один размыкающий контакты с двойным разрывом цепи. Срабатывание происходит под воздействием управляющего упора (кулачка). Выключатель состоит из основания 9 (рисунок 79), на котором укреплен с помощью четырех винтов 25 корпус 5. Корпус надежно заземлен проводом сечением не менее $2,5 \text{ мм}^2$, присоединенным к винту заземления 26. В металлическом корпусе 5 на изоляционных колодках, которые изолированы от корпуса прокладками из электрокартона, расположены неподвижные контакты 4. Между колодками помещен пластмассовый рычаг 2 с армированной в пластмассу стальной осью 11, которая служит для удержания рычага в корпусе и неподвижного соединения его с приводным рычажным механизмом. На рычаге 2 помещены изолированные друг от друга контактные мо-

стики 3 (подвижные контакты) в сборе с контактной пружиной. Приводной рычажный механизм состоит из рычага 7 с роликом 6, посаженным на шлицевый валик 15, имеющий уплотнение 16. Шлицы на валике служат для установки рычага 7 в разные положения относительно валика. Фиксируется валик с помощью пробки 17. Валик 15 скреплен штифтом с сухарем, входящим в разрез свободно вращающегося на валике поводка 13. На поводок надеты пластинчатые пружины 21, передающие вращение валика поводку и обеспечивающие дополнительный ход выключателя. В поводке 13 имеются пружина 14 и шарик 12, опирающийся на поверхность планки 23. При нажатии на рычаг 7 движение передается поводку, который, перемещаясь, нажимает на одну из собачек 24, выводя ее из зацепления с планкой 23, а пружина 14 через шарик 12 своим давлением поворачивает планку, а с ней рычаг 2 с контактными мостиками. Происходит мгновенное срабатывание выключателя. При переключении в новое положение система удерживается второй собачкой 24. Возвращается система в исходное положение при снятии усилия с рычага 7 с помощью возвратной пружины 22. Со стороны контактов аппарат закрывается крышкой 19, которая крепится четырьмя винтами 8. Между корпусом и основанием помещена прокладка 10 из маслбензостойкой резины, а между корпусом и крышкой – прокладка 18. Вводятся провода через отверстие в кожухе аппарата, закрываемое при транспортировке пробкой 20. Провода присоединяются к контактным зажимам 1.

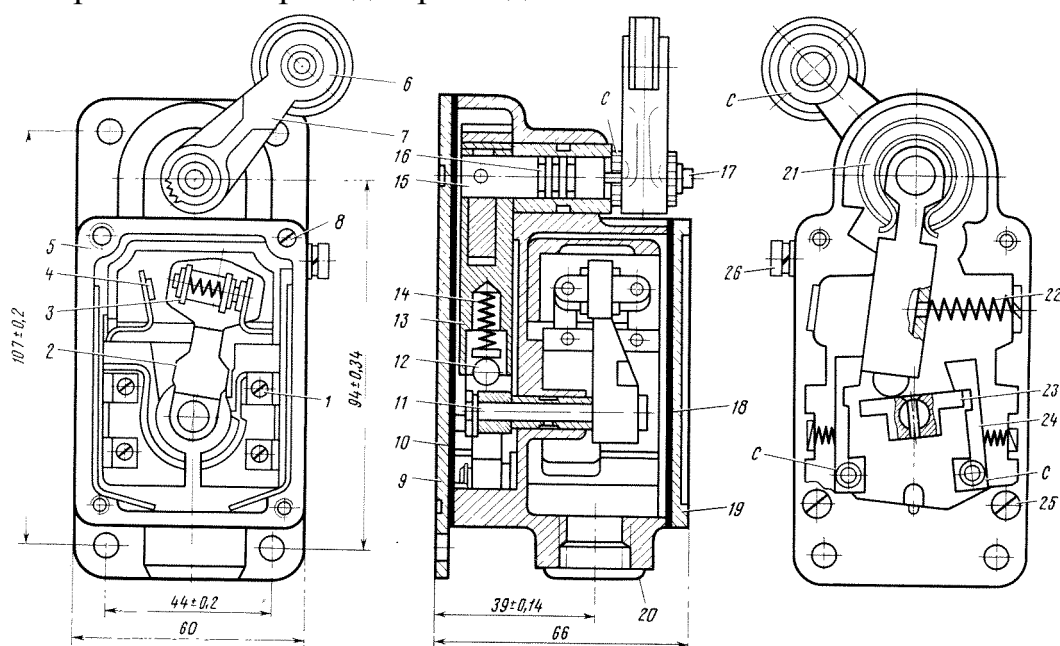


Рисунок 79. Выключатель ВК300А (вид слева дан со снятым основанием 9, а вид справа – со снятой крышкой 19)

Выключатели К.У. Выключатели КУ-5-162 и КУ-9-164 предназначены для коммутации низковольтных цепей поезда (отопление кабины, освещение пульта, отопление и вентиляция, вспомогательный компрессор, выключение блока К и т.д.). Выключатели (рисунок 80) состоят из набора рукояток включений. На общем валике 7 расположены рукоятки 3, в прорезях которых укреплены подвижные контакты 2 перекидного типа, прижимаемые пружиной 4. Подвижные контакты соединяются с выводными клеммами 13 гибкими проводниками 12. На изоляционной планке 14 укреплены неподвижные контакты 9 и выводные клеммы. Все рукоятки находятся в корпусе 10, закрытом сверху крышкой 8. На корпусе около каждой рукоятки укреп-

лена табличка 11с наименованием цепи, включаемой данной рукояткой. Выключатели имеют также съемную блокирующую рукоятку 1, при повороте которой валик 5 своими пальцами 6 блокирует необходимые рукоятки. При повороте рукоятки «Включено», когда осевая линия рукоятки пересечет продольную ось пружины, подвижный контакт мгновенно перекинется и замкнется с неподвижным. Отдельные рукоятки не имеют фиксированного включенного положения. Такие рукоятки под действием дополнительной пружины возвращаются в исходное положение.

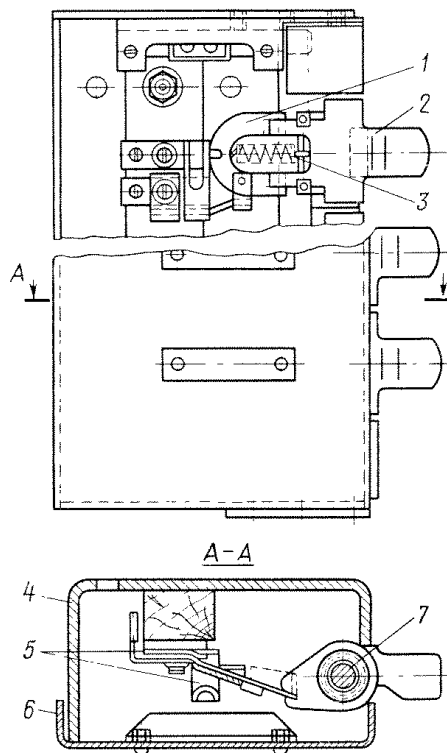


Рисунок 80. Выключатель КУ

Переключатели мгновенного действия ТВ1. Переключатели мгновенного действия ТВ1-1 и ТВ1-2 применяют в устройствах автоматики для коммутации электрических цепей управления и сигнализации. Переключатели мгновенного действия применены в качестве следующих выключателей: освещение, освещение кабины, маршрутный фонарь, сигналы верхние – нижний, буферные фонари, радиосвязь, ЭПТ, освещение скоростемера, Вк и Дз. Переключатель ТВ1-1 имеет один размыкающий и один замыкающий контакты, ТВ1-2 – два размыкающих и два замыкающих контакта.

Контроллер машиниста

Контроллер машиниста 1КУ.023 служит для дистанционного автоматического управления электропоездом. Эти функции он выполняет, замыкая или размыкая в определенной последовательности цепи управления приводов тех или иных высоковольтных аппаратов при пуске, регулировании скорости движения, остановке и изменении направления движения. Контроллер кулачкового типа с двумя заблокированными между собой рукоятками (главной и реверсивной) имеет электрическую блокировку безопасности. Контроллер машиниста 1КУ.023 имеет каркасную конструкцию. Каркас состоит из верхней плиты 13 (рисунок 81) и основания 21, связанных вертикальными стальными угольниками 5 и 16. Сверху плиты 13 закреплена декоративная крышка 12 с выдавленными на ней обозначениями направления дви-

жения поезда и позиций главного кулачкового вала. На крышке помещен ограничитель 7 поворота съемной реверсивной рукоятки 8. На рейках 2 и 17 установлены кулачковые контакторы 3 и 18 типа КЭ-42, а на угольнике 16 – контактные пальцы 15. Контроллер закрыт кожухом 20 с замками 4 и соединен с поездными проводами через разъем 22, состоящий из колодки и вставки.

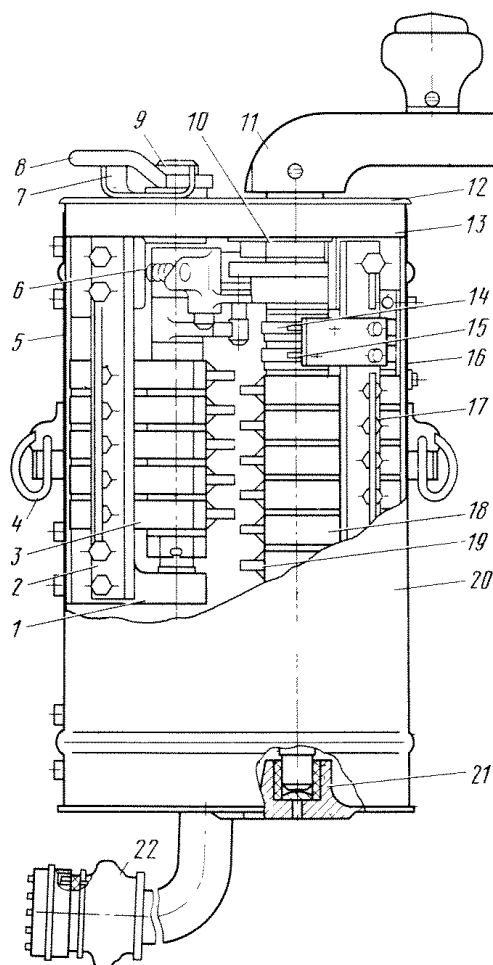


Рисунок 81. Контроллер машиниста

Реверсивная рукоятка имеет три фиксированных положения: два рабочих (Вперед и Назад) и нулевое; главная рукоятка 11 – нулевое, маневровое и четыре ходовых. Реверсивная и главная рукоятки управляют соответствующими кулачковыми валами контроллера 9, 10, представляющими собой стальные стержни с насаженными на них кулачковыми шайбами 19, контактными кольцами 14 и деталями 6 фиксации и механической блокировки валов. Реверсивный вал 9 установлен в подшипниках, запрессованных в крышку и кронштейн 1, закрепленный на угольнике 5, а главный вал – в подшипниках, запрессованных в верхнюю плиту и основание. Реверсивный и главный валы механически сблокированы между собой таким образом, что поворот реверсивного вала возможен только при нулевом положении главного вала, а поворот главного вала – только при рабочем положении (Вперед или Назад) реверсивного вала. При нулевом положении реверсивного и главного валов ролик фиксатора 2 (рисунок 82) входит в среднюю впадину храповика 3, жестко установленного на реверсивном валу. Одновременно конец фиксатора входит во впадину храпового колеса 1, жестко расположенного на главном валу, и запирает вал в нулевом положении. При повороте реверсивной рукоятки в положение, соответствующее

щее направлению движения поезда, вместе с реверсивным валом повернется храповик. Ролик фиксатора выйдет из средней впадины храповика и войдет под действием пружины 4 в более глубокую впадину. При этом конец фиксатора выйдет из впадины храпового колеса, позволяя вращать главный кулачковый вал. В свою очередь реверсивную рукоятку из крайнего положения перевести в среднее (нулевое) можно лишь в нулевом положении главного вала, так как только в этом случае впадина храповика колеса находится напротив конца фиксатора. Фиксатор 5 служит для фиксации позиций главного вала, когда реверсивный вал находится в положении Вперед или Назад.

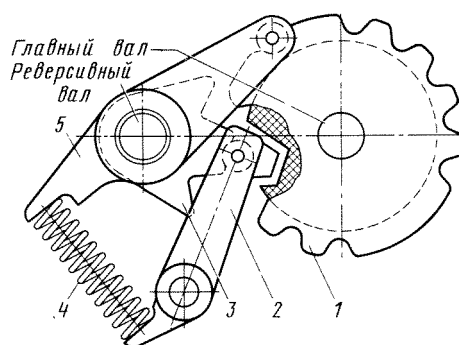


Рисунок 82. Механическая блокировка кулачковых валов контроллера машиниста

Главная рукоятка состоит из прессованного пластмассового корпуса, прессованной волокнитовой головки, кнопки и деталей механизма блокировки безопасности (рисунок 83).

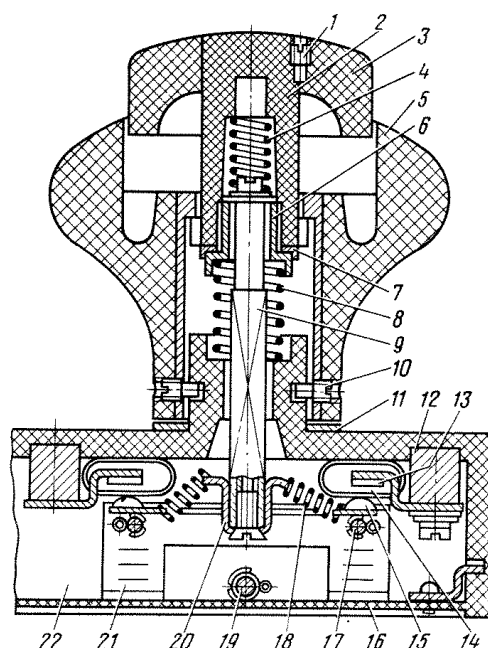


Рисунок 83. Блокировка безопасности контроллера машиниста:

Механизм электрической блокировки безопасности работает так: при нажатии на кнопку 2 рукоятки контроллера машиниста кнопка перемещается вниз, преодолевая усилие выключающей пружины 8 и контактных пружин 18. Вместе с кнопкой перемещается и стержень 9 с закрепленной на конце его скобой 20 – пружинодержателем. При этом сжимаются две контактные пружины 18, которые одним концом опираются на скобу, а другим – на контактный мостик 15 с напаянными серебряными контактами. После того как выступы скобы, удерживающие контактные пружины

ны, опустятся ниже выступов на контактном мостике, последний под усилием пружин переместится вверх и замкнет цепь блокировки безопасности. В момент, когда контактный мост касается неподвижных контактов 13, раздается характерный звук в виде щелчка, сигнализирующий машинисту, что контакты замкнулись. Ход стержня со скобой вниз ограничивается изолированным упором 19. При дальнейшем нажатии, когда стержень коснется упора, начинает сжиматься более сильная компенсирующая пружина 4. Стержень при этом остается на месте, а кнопка продолжает перемещаться вниз до соприкосновения с головкой 5. Последнее перемещение кнопки на нажатие блокировочных контактов не влияет, так как стержень больше уже не перемещается. При опускании кнопки стержень со скобой под действием выключающей пружины 8 перемещается вверх, контакты размыкаются, срабатывает авто-стоп и отключаются линейные контакторы. От неподвижных контактов 13, подсоединенных к контактодержателям 12, по канавке главного вала контроллера проведены провода к контактными кольцам 14 (см. рисунок 79); контактные пальцы, соприкасающиеся с контактными кольцами, электрически соединены с цепями управления. Головка 5 (см. рисунок 83) на корпусе 22 главной рукоятки крепится четырьмя винтами 10 на кольцевой проточке корпуса рукоятки, допускающими поворот ее относительно корпуса рукоятки. В корпусе главной рукоятки для осмотра контактов предусмотрены два закрытых резиновыми пробками отверстия. Снизу корпус главной рукоятки закрыт крышкой 16.

Электрические печи, калориферные установки и электрообогреватели

Отопительная система вагонов состоит из электрических печей, предназначенных для нагрева воздуха внутренних помещений электропоезда, и электрокалориферов, предназначенных для нагрева наружного воздуха, поступающего в пассажирское помещение.

Электрические печи. Для обогрева салонов применяют электрические печи типа ПЭТ-1 УЗ. Электропечи расположены в заземленных кожухах 1 (рисунок 84) на полу под диванами и подключены на напряжение 628 В. Каждая печь имеет четыре трубчатых нагревательных элемента 2, смонтированных на изоляторах 3 и соединенных между собой последовательно. Выводные концы крепятся к шпилькам 5, пропущенным через изолятор 4. Все печи включены параллельно.

Электрокалорифер собран из электронагревательных элементов ТЭН-78А, соединенных в 19 групп по пять элементов последовательно в каждой, включенных на напряжение 628 В. Общая мощность калорифера 24,7 кВт. Электрокалорифер находится в потолочном канале вагона и разделен на две ступени, расположенные на концах канала.

Термоконтакторы ТК 52А предназначены для поддержания постоянной температуры воздуха в потолочном вентиляционном канале (ТК 52А-8 и ТК 52А-16) и в кабине машиниста (ТК 52А-16 и ТК 52А-20). Термоконтактор (рисунок 85) – ртутный стеклянный палочного типа со впаянными в капилляр контактами. Контакты изготовлены из платиновой проволоки диаметром 0,1 мм, один конец которой впаивают в капилляр, а другой для защиты от поломки – в стеклянную пуговицу. Замыкание цепи происходит при температуре, указанной на стеклянной ампуле термоконтактора. Термоконтакторы изготовляют из стекла. Ртуть предварительно просушивают и очищают. Свободный объем капиллярной трубки над столбом ртути за-

полняют водородом. Температура воздуха в салоне начнет снижаться до тех пор, пока ртутный столбик не опустится ниже рабочего контакта и разомкнет контакты термоконтактора, что вызовет включение калорифера. Весь процесс повторяется, и таким образом поддерживается постоянная температура воздуха.

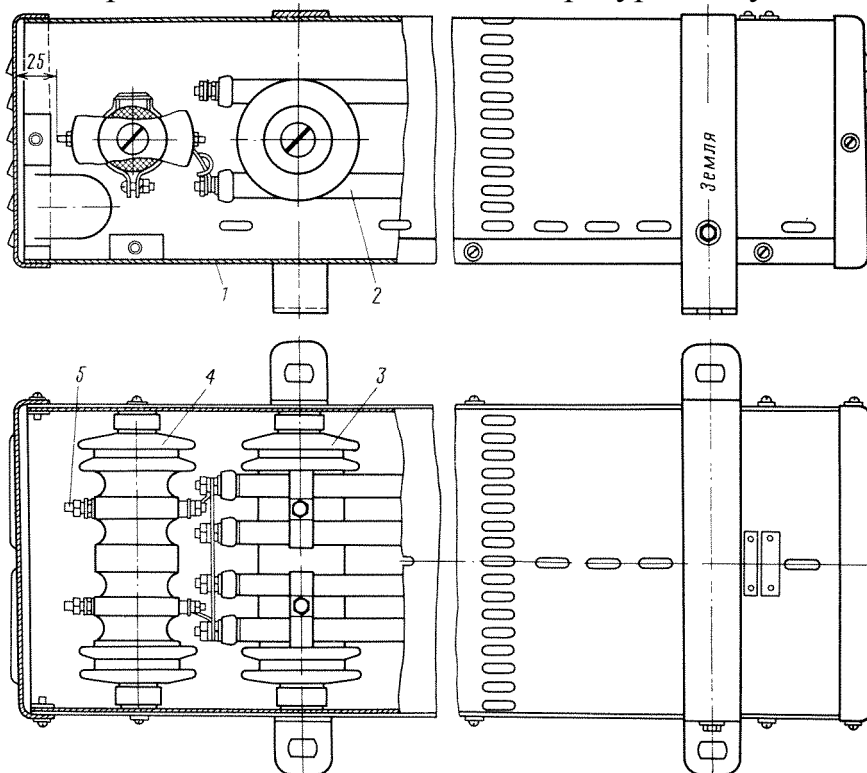


Рисунок 84. Электроды ПЭТ

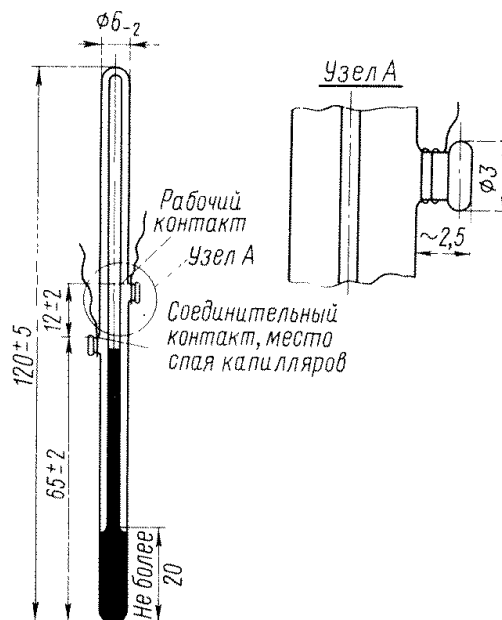


Рисунок 85. Термоконтактор ртутный стеклянный ТК-52А

Датчик-реле температуры ТЖ-В является командным устройством в системе автоматического регулирования температуры воздуха в пассажирском салоне вагона. Датчик-реле состоит из следующих основных частей: термосистемы, включающей в себя термобаллон 1 (рисунок 86) и сифон 2 со штоком 3 контактной группы, содержащей контакты 13, пружинный рычаг 11, постоянный магнит 20, винт 7

настройки на срабатывание и винт 19 настройки дифференциала; показывающей части, содержащей стрелку 12, информационную шкалу 16 и механизм настройки 8. Контактная группа и показывающая часть смонтированы на основании 6, которое с крышкой 14 образует брызго-непроницаемый корпус. В крышке имеется стекло (линза) 17 для обзора шкалы. Термосистема также крепится к основанию 6, образуя с контактной группой и показывающей частью термодатчик. Термодатчик вставлен в кожух 4, прикрепленный к плате 5. Термодатчик, а также крышка 18 крепятся к кожуху 4 специальными винтами 15. Кожух имеет отверстия, обеспечивающие доступ окружающего воздуха к термосистеме. Датчик-реле крепится к стене вагона непосредственно за плату 5. Соединительные провода 9 к датчику присоединяются к его клеммной колодке 10.

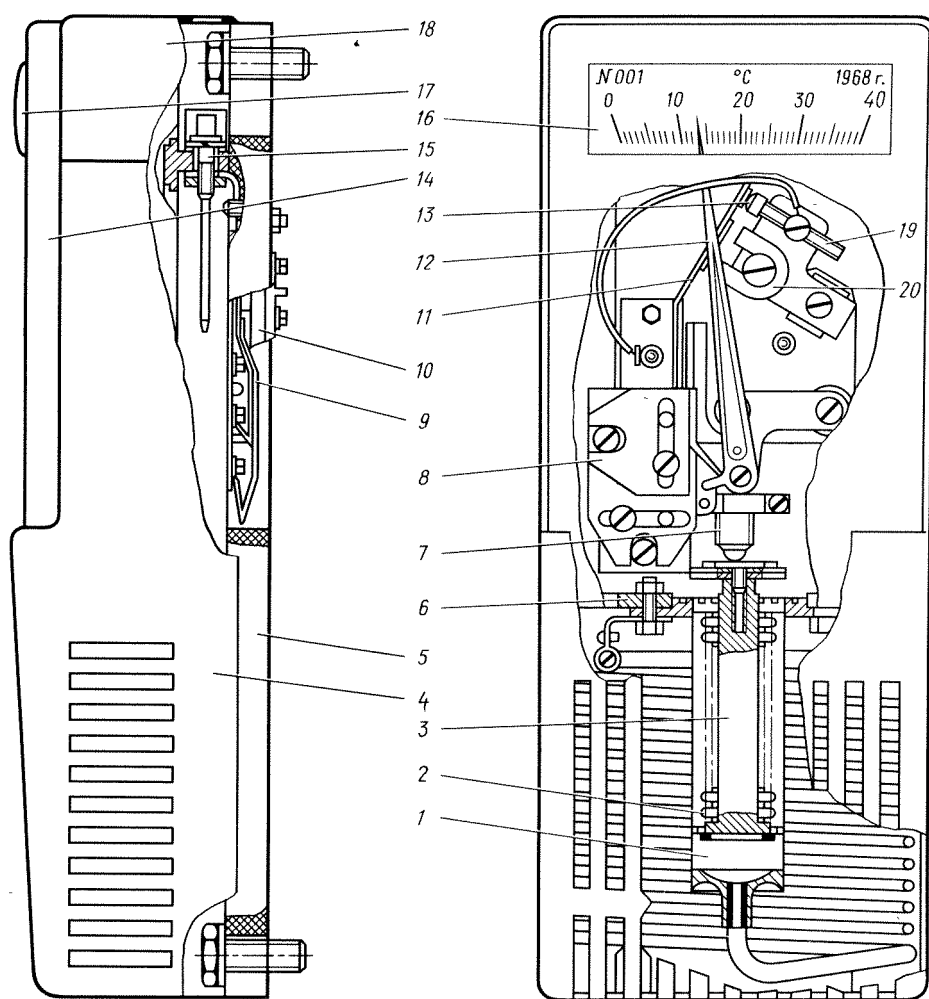


Рисунок 86. Датчик реле температуры ТЖ-В

Междывагонные штепсельные соединения

Междывагонное соединение цепей управления представляет собой комплект из розетки РУ-101А, штепселя ШУ-101А и холостого приемника ПУС-101А. Розетка и штепсель служат для соединения 34 низковольтных проводов цепей управления между вагонами. Розетка состоит из чугунного корпуса 4 (рисунок 87), в котором находится изоляционная панель 5 с контактными гнездами. Сзади панели в гнезда ввернуты контактные зажимы, в которые впаяны провода цепей управления. В алюминиевом корпусе 8 с крышкой 7 штепселя укреплена изоляционная панель 9 с 34 контактными вилками из бронзы, в которые ввернуты контактные зажимы. При со-

единении штепсель своими боковыми приливами 6 входит в ползуны 3 розетки. Рычаг 2 находится в верхнем положении. При повороте рычага вниз ползуны направляют штепсель в розетку и в положении, при котором все штыри вставлены в гнезда, рычажный механизм запирает штепсель. Розетка при вынутом штепселе закрывается крышкой 1. Для предохранения от повреждений и загрязнения штепсель при расчлененном соединении вставляется в холостой приемник, который имеет такую же конструкцию, как и розетка, но не имеет панели с электрическими контактами.

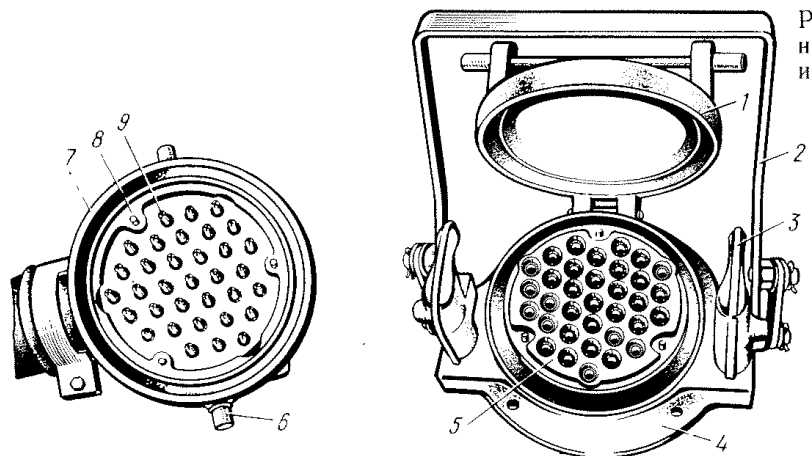


Рисунок 87. Междугагонные соединения низковольтных цепей РУ-101А и Ш У-101А

Для соединения высоковольтных цепей отопления служит штепсельное соединение 1СЛЛ.006, которое представляет собой комплект из розетки штепсельной 1РШ.006 и вилки 1ВШ.006. Для удержания вилки при техническом обслуживании служит холостой приемник ПОС-Ю1А.

Конструкция розеток 1РШ.006, 1РШ.006.1 и вилок 1ВШ.006, 1ВШ.006.1 отличается от соединения с розеткой РСБ-20-16Б, В и штепселем ШС-20-16Б, В, которые установлены на электропоездах первых выпусков, только уплотнительными уплотнениями розетки и штепселя, обеспечивающими пылебрызговлагонепроницаемость, а также наличием запорного замка. Замок удерживает вилку, включенную в розетку, а при выключенной вилке – крышку розетки. Розетка РСБ-20-16 представляет собой литой корпус 1 (рисунок 88, а), в цилиндрической части которого укреплен круглая карболитовая панель 2 с контактным бронзовым штырем 3. В верхней части розетки в закрытой коробке 8 размещена электрическая блокировка барабанно-поворотного типа. Напряжение на штырь 3 может быть подано только при замыкании этой блокировки. Барабан 13 под действием пружины 11 стремится повернуться по часовой стрелке (если смотреть справа), при этом пальцы 10 сходят с медного сегмента 12 барабана. Розетка без штепселя закрывается крышкой 9. Штепсель ШС-20-16 представляет собой отрезок трубы, внутри которой размещена круглая карболитовая панель с контактным латунным гнездом 4 на цилиндрической части штепселя имеется прилив 5, который при соединении штепселя с розеткой входит в паз 7 цилиндрической части розетки и в вилку 14, поворачивая и замыкая ее блокировку. Паз 7 на цилиндрической части розетки сделан фигурным, поэтому, чтобы вытащить штепсель, его необходимо сначала повернуть в пазу. Одновременно при помощи специального водила поворачивается и барабан блокировки, размыкая блок-контакты, включен-

ные в цепь управления контактора отопления. Таким образом, размыкание силовых контактов происходит при обесточенной цепи, а при вынутом штепселе не может быть подано напряжение на контакты розетки. Вставленный и повернутый штепсель удерживается защелкой 6 и планкой крышки розетки.

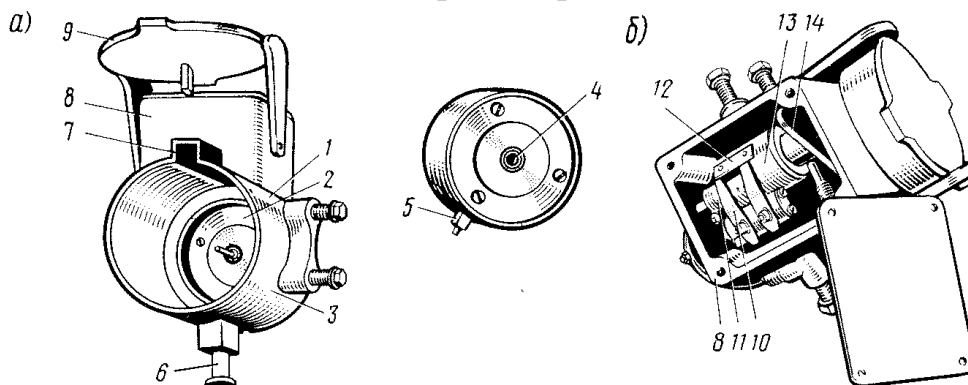


Рисунок 88. Междувagonные соединения высоковольтных цепей РСБ-20-16Б и ШС-20-16Б

Штепсельные соединения имеют два исполнения — Б и В. Исполнение В отличается от исполнения Б наличием фиксирующего винта на розетке, входящего в соответствующий паз штепселя, что не позволяет осуществить соединение разнополюсных исполнений.

АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ

Воздушный выключатель

Для защиты силовых цепей напряжением 25 кВ от перегрузок и токов коротких замыканий, а также для оперативных включений и отключений цепи первичной обмотки тягового трансформатора на электропоездах установлен высоковольтный воздушный выключатель ВОВ-25-4М однополюсного исполнения. Основное требование, предъявляемое к выключателю, возможно быстрее осуществить полный разрыв защищаемой цепи для того, чтобы не допустить повреждения ее элементов.

Выключатель монтируется на крыше электропоезда. Узлы выключателя, расположенные на внешней стороне его корпуса, рассчитаны для работы на открытом воздухе, узлы внутри корпуса — для работы в закрытом помещении. Общее представление о конструкции выключателя дают рисунки 89, 90 и 91, на которых одни и те же узлы и детали обозначены одинаковыми номерами. Опорной конструкцией выключателя является силуминовый корпус 10 (см. рисунок 89), с помощью которого выключатель закрепляется на крыше моторного вагона. Уплотнение между корпусом 10 и установочной площадкой крыши обеспечивается резиновым шнуром 11, закладываемым в паз корпуса 10. К одной из стенок корпуса прикреплен с помощью патрубков воздушный резервуар 15 вместимостью 32 л. Воздух из главных резервуаров к выключателю подается через питательную магистраль, присоединяемую к штуцеру 12. Из резервуара в корпус выведена трубка 14, предназначенная для выпуска сжатого воздуха и конденсата, которая оканчивается штуцером с внутренней резьбой Труб. 1/2 для подключения отводящей трубки с запорным вентилем. На корпусе установлены высоковольтные части выключателя: пустотелый воздухопроводный изолятор 4, изолятор 2 дугогасительной камеры, разъединитель 6, нелиней-

ный резистор 28 (ВНК.С-25М), поворотный изолятор 8 разъединителя. Между ножами разъединителя шарнирно укреплен вывод 7, предназначенный для присоединения выключателя к высоковольтной сети.

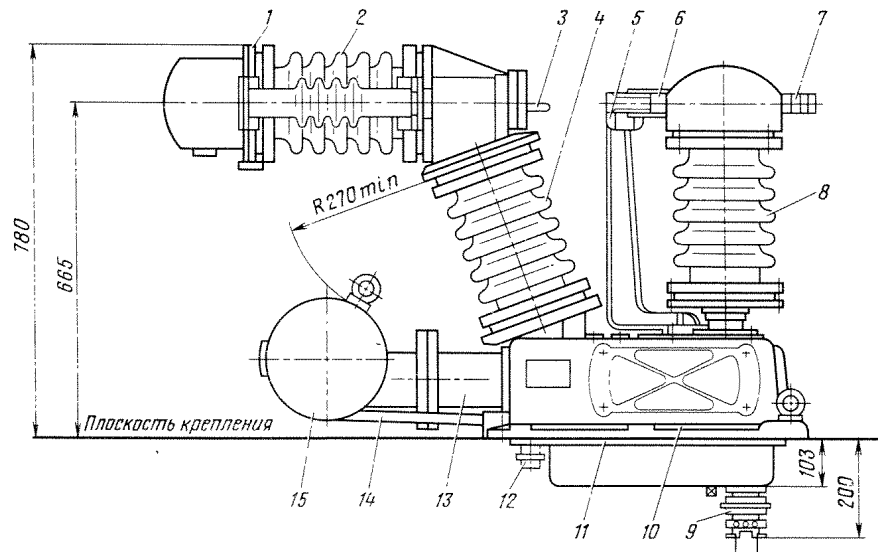


Рисунок 89. Общий вид выключателя ВОВ-25

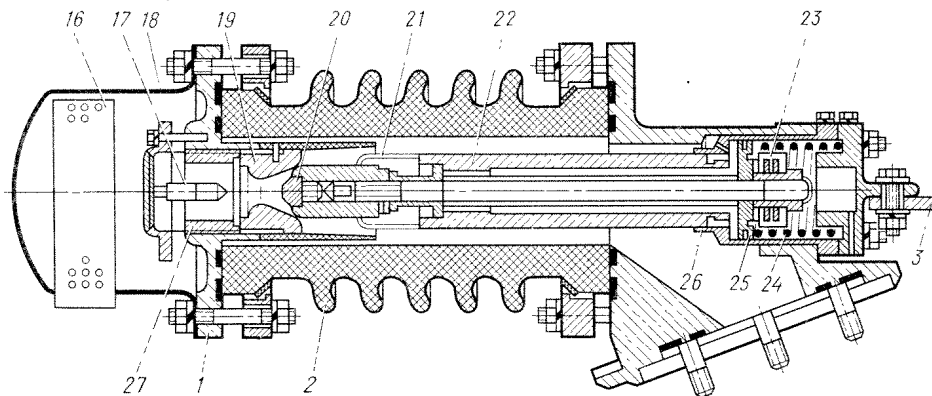


Рисунок 90. Дугогасительная камера

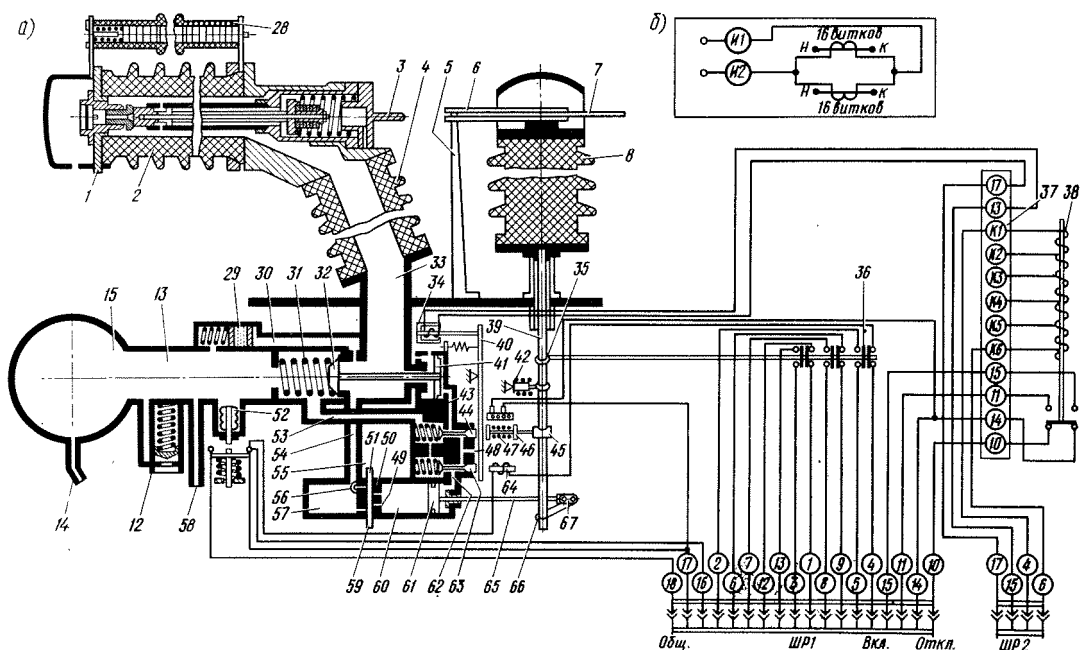


Рисунок 91. Принципиальная схема выключателя (а) и кабельный трансформатор тока (б)

Вторым выводом выключателя является латунный фланец 1, установленный на дугогасительной камере. Для заземления ножей разъединителя в отключенном положении выключателя установлен заземляющий кронштейн 5, на котором имеется отверстие для крепления заземляющей шины. Внутри корпуса 10 смонтированы механизмы управления выключателем: блок 55 (см. рисунок 91) главного клапана и привода, клапан отключения 44, клапан включения 63, включающий электромагнит 64 постоянного тока, отключающий электромагнит 46 постоянного тока удерживающего типа, отключающий электромагнит 34 переменного тока, сигнально-блокировочный аппарат 36, автомат минимального давления 52, штепсельные разъемы 9, промежуточное реле 38 и др. В корпусе 10 также расположены: штуцер 12 (с внутренней резьбой Труб. 1/2) для присоединения питающего воздухопровода и штуцер 14 для присоединения трубки с манометром.

Токоведущий контур дугогасительной камеры (см. рисунок 90) образуется неподвижным контактом 3, который также является контактом разъединителя, цилиндром 26, спаянным с трубкой 22, которая оканчивается пружинными ламелями 21 подвижным дугогасительным контактом 20, который связан посредством штока с поршнем 25; дугогасительным контактом 19, в котором устроено сопло; трубой 27 и фланцем 1, к которому подключается токоотводящая шина. В трубу 27 встроен ограничитель дуги 17, оканчивающийся тугоплавким наконечником. К фланцу 1 прикреплен колпак 18. Резистор с нелинейным сопротивлением крепится к фланцам 1. Контактное усилие между дугогасительными контактами составляет приблизительно 525 Н (52,5 кгс) и создается пружиной 24 при вжиге контакта 20 на 15 мм. Вжиг создается ввинчиванием трубы 27. Для смягчения ударов поршня 25 при его перемещении в крайнее правое положение предусмотрен демпфер 23, набранный из резиновых и стальных шайб. Выключатель снабжен патроном аэрации 29 (см. рисунок 91) для постоянной вентиляции полостей воздухопроводного изолятора гасительной камеры. Перед включением выключателя необходимо поднять давление сжатого воздуха в баке до 0,56—0,58 МПа (5,6—5,8 кгс/см²). При этом замыкающие контакты автомата минимального давления 52 замкнутся и подготовят общую цепь управления. В отключенном положении выключателя контакты 19 и 20 дугогасительной камеры (см. рисунок 90) замкнуты (они размыкаются только на короткий период гашения дуги при отключении), поэтому для включения выключателя достаточно включить его разъединитель. Операция включения начинается действием включающего электромагнита 64 (см. рисунок 91) постоянного тока 110 В. Цепь катушки этого электромагнита заведена через контакты сигнально-блокировочного аппарата 36. При подаче на катушку электромагнита 64 оперативной команды на включение его сердечник втягивается и посредством штока открывает клапан включения 63, вследствие чего сжатый воздух из патрубка 13 по каналам 53 и 62 устремляется в цилиндр 60 и перемещает поршень 61 в крайнее левое положение. Этот поршень посредством штока 65, серьги 67 и рычага 66 поворачивает вал 39, изолятор 8 и разъединитель 6 на угол 60°. При этом ножи разъединителя замыкаются с неподвижным контактом 3. В конце поворота вала 39 посредством рычага 35 перемещается шток сигнально-блокировочного аппарата 36, контакты которого прерывают цепь включающего электромагнита 64. Сердечник электромагнита возвращается в исходное положение, и пусковой клапан 63 закрывается.

При закрытом клапане сжатый воздух из цилиндра привода через каналы 62 и 48 выходит в атмосферу. На этом операция включения заканчивается. При повороте вала рычаг 45, сидящий на валу, нажимая на шток, заводит рабочую пружину 47 отключающего электромагнита 46. Якорь этого электромагнита удерживается во втянутом положении, если катушки электромагнита обтекаются током. Если же после включения выключателя катушки удерживающего электромагнита 46 окажутся почему-либо обесточенными, немедленно начнется операция отключения. Предотвращение звонковой работы выключателя осуществляется в этом случае специальной релейной схемой, входящей в общую схему управления электропоездом. Ограничение скорости движения подвижных частей при включении выключателя происходит благодаря компрессии воздуха с левой стороны поршня 61 и наличию клапана 56 в цилиндре привода.

Отключение начинается действием либо удерживающего электромагнита 46 постоянного тока, либо электромагнита 34 переменного тока. Удерживающий электромагнит 46 срабатывает при размыкании цепи его катушек под действием рабочей пружины 47. В состоянии готовности якорь электромагнита подтянут, катушки находятся под напряжением. Электромагнит 46 снабжен двумя катушками, выводы которых выведены на клеммник, смонтированный в его корпусе. Катушки соединены последовательно. Размыкание цепи удерживающего электромагнита может осуществляться независимо тремя способами: размыкающими контактами промежуточного реле 38 при действии его от максимальной защиты размыкающими контактами автомата минимального давления при снижении давления ниже допустимого предела или кнопкой управления при оперативном отключении. Питание катушки промежуточного реле 38 осуществляется от высоковольтного трансформатора тока (см. рисунок 91, б). Электромагнит переменного тока 34 (см. рисунок 91, а) предназначен для нужд специальной защиты и срабатывает при подаче на него переменного тока. В момент действия любого электромагнита (34 или 46) поворачивается рычаг 40 и открывается клапан отключения 44, через который сжатый воздух из резервуара поступает, по каналам 53 и 43 к поршню 41 главного клапана 32, перемещая его в крайнее левое положение, вследствие чего открывается главный клапан 32. Через открытый главный клапан 32 сжатый воздух поступает из резервуара по каналу 33 и пустотелому изолятору 4 в полость дугогасительной камеры 2. Параллельно с этим сжатый воздух по каналу 54 поступает в дополнительный объем 57 и далее через канал 51 к поршню 61 привода разъединителя. В полости дугогасительной камеры (см. рисунок 90) под действием нарастающего давления подвижной контакт 20, связанный с поршнем 25, смещается вправо на 25 мм, сжимая пружину 24. Удар поршня гасится буферным устройством 23. Из-за смещения контакта 20 открывается сопло, устроенное в неподвижном контакте 19, через которое воздух устремляется в полость колпака 18 и далее уходит в атмосферу. Электрическая дуга, образовавшаяся между контактами 19 и 20, втягивается потоком сжатого воздуха в сопло контакта 19, перекидывается на ограничитель 17 и вследствие интенсивного обдувания струей сжатого воздуха гасится. Одновременно поршень привода перемещается в крайнее правое положение, поворачивая вал 39 (см. рисунок 91) с изолятором 8 и разъединителем 6 на 60с, в результате чего прерывается цепь разъединителя. При повороте вала 39 рычаг 45 освобождает шток удерживающего электромагнита, ко-

торый под действием электромагнитных сил и рычага 40 приводится в состояние готовности. Закрывается клапан отключения 44 и открывается выход в атмосферу из цилиндра главного клапана, из-за чего давление в цилиндре главного клапана падает до атмосферного, и поршень главного клапана возвращается в исходное положение под действием пружины 31, а главный клапан закрывается. После закрытия главного клапана давление в камере падает, подвижной контакт камеры под действием пружины 24 (см. рисунок 90) возвращается в исходное положение, замыкая контакты 19 и 20 при отключенном разъединителе. На этом операция отключения заканчивается.

В отключенном и включенном положении выключателя вал разъединителя фиксируется специальным доводящим механизмом 42 (см. рисунок 91). На нижнем конце вала укреплен указатель положения с надписями Вкл. и Откл. Механизм выключателя закрыт снизу кожухом, который на рисунках не показан. Поскольку разъединитель может отключать только обесточенную цепь, необходимо обеспечить такие условия, при которых процесс отключения разъединителя начинался бы после гашения дуги в камере. Эти условия обеспечиваются некоторым запаздыванием, с которым начинается отключение разъединителя относительно момента расхождения дугогасительных контактов. Запаздывание отключения разъединителя возникает вследствие того, что наполнение цилиндра привода происходит через дополнительный резервуар 57 и через канал 49, поэтому рост давления в цилиндре несколько замедляется. В момент поступления воздуха в дополнительный резервуар пластинчатый клапан 56 закрывает канал 50, оставляя открытым только канал 49. Вместимость дополнительного резервуара и размер отверстия регулируют с таким расчетом, чтобы время запаздывания разъединителя составило 0,03—0,05 с.

Для ограничения перенапряжений при отключениях дугогасительные контакты шунтируются высоковольтным нелинейным керамическим резистором ВНКС-25. Он состоит из полого фарфорового изолятора 1 (рисунок 92), внутри которого расположены шайбы керамических сопротивлений 2, прижимаемые пружиной 3. Фланцы 4 закрывают изолятор с торцов и одновременно используются для крепления нелинейного резистора к главному выключателю. Величина нелинейного сопротивления ВНКС-25 при температуре 25 °С с увеличением амплитуды напряжения от 26 до 50 кВ уменьшается от 60 000—100 000 до 7 000—12 000 Ом.

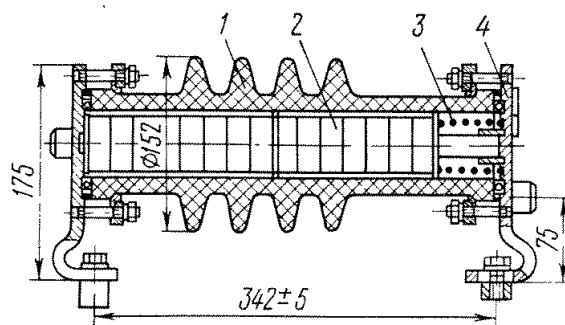


Рисунок 92. Нелинейный резистор ВНКС-25

Автоматический выключатель А-3134 П (по схеме АВ) предназначен для защиты вспомогательных цепей переменного тока от токов перегрузок и коротких замыканий, а также нечастых оперативных переключений. Выключатель трехполюсный с комбинированным расцепителем. Он смонтирован на основании 1 (рисунок 93), на котором размещены все части выключателя, закрываемые крышкой 2.

Коммутирующее устройство состоит из неподвижных 3 и подвижных 4 контактов. Подвижные контакты соединяются с шинами расцепителя максимального тока гибкими перемычками 5. Держатели подвижных контактов смонтированы на стальном изолированном валике 7 и посредством механизма свободного расцепления связаны с рукояткой 6 автомата. Гашение дуги при разрыве контактов происходит в деионной решетке 11 дугогасительной камеры 12. Автоматическое отключение производится встроенным в выключатель электромагнитным расцепителем максимального тока 9 и тепловым расцепителем тока перегрузки 8. При возникновении в какой-либо фазе перегрузки сработает тепловой элемент расцепителя, а при коротком замыкании – электромагнитный элемент расцепителя, соответствующий данному полюсу. При этом повернется общая для всех трех полюсов отключающая рейка. Рукоятка 6 займет промежуточное положение, что укажет на автоматическое отключение выключателя. Расцепитель максимального тока автоматического выключателя регулируется на заводе-изготовителе и пломбируется. Оперативное включение и отключение осуществляется поворотом рукоятки 6 выключателя, воздействующей на его контакты через механизм свободного расцепления. Для включения выключателя, отключенного расцепителем, нужно сначала отжать рукоятку до отказа в сторону отметки Откл., а затем поднять в верхнее положение.

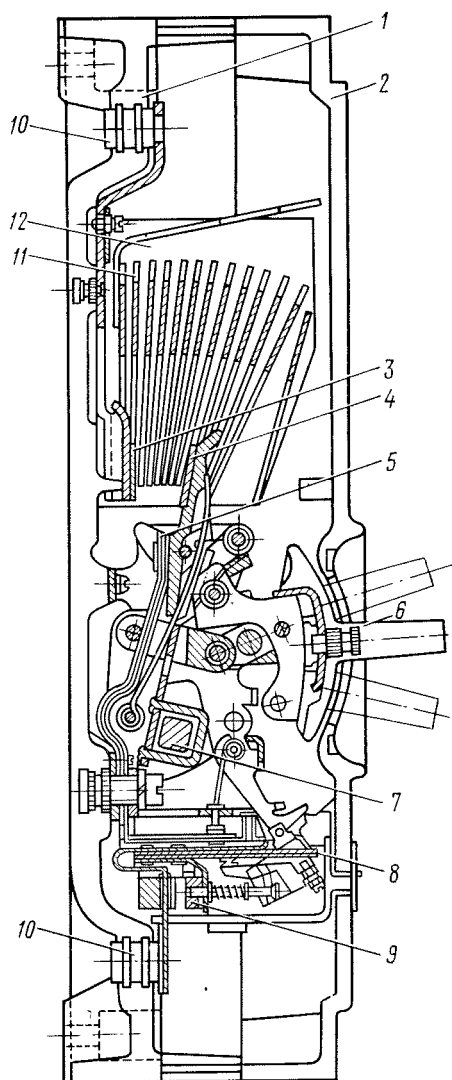


Рисунок 93. Автоматический выключатель А-3134

Разрядники

На электроподвижном составе для защиты электрооборудования от атмосферных перенапряжений применяют вентильные разрядники с резисторами нелинейного сопротивления. Работа этих разрядников основана на свойстве полупроводниковых керамических материалов, представляющих собой смесь карборунда, графита и глины, увеличивать с повышением напряжения количество проводящих каналов, т. е. с ростом тока через разрядник напряжение на нем и на защищаемой цепи возрастает незначительно, что обеспечивает его защитное действие. Кроме ограничения уровня перенапряжений, разрядник должен обеспечить прекращение тока в цепи после прохождения волны перенапряжения. Резистор нелинейного сопротивления способствует этому, поскольку с понижением напряжения на разряднике ток в его цепи резко падает.

Разрядник РВЭ-25М. Для защиты от атмосферных перенапряжений на электропоездах переменного тока при номинальном напряжении 25 кВ применяют вилитовый разрядник РВЭ-25М. Разрядник (рисунок 94) состоит из многократного искрового промежутка 7, блока 5 рабочего нелинейного сопротивления и фарфорового кожуха 4 с армированными в нижней и верхней частях силуминовыми фланцами 3 и 8. Кожух герметически закрыт крышками 2 и 9 с резиновыми уплотнениями. Многократный искровой промежуток состоит из 28 единичных промежутков, разделенных на семь групп. Каждая группа шунтируется двумя одинаковыми по величине высокоомными резисторами 6 нелинейного сопротивления.

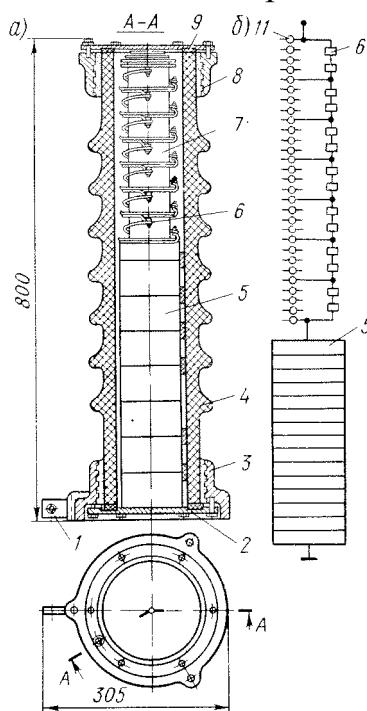


Рисунок 94. Разрядник РВЭ-25М (а) и его принципиальная схема (б)

Единичный искровой промежуток состоит из двух тарельчатых латунных электродов 11, разделенных миканитовой прокладкой. Вилитовые диски и искровые промежутки сжимаются пружиной. Разрядник прикрепляется к крыше вагона фланцем 3. Напряжение подводится шиной через контактный болт 10, расположенный на верхней крышке, а заземляющая шина подсоединяется к планке 1, приваренной к ушку нижнего фланца. Блок 5 рабочего нелинейного сопротивления состоит из ко-

лонки вилитовых дисков диаметром 100 мм и общей высотой 420 мм. Торцы дисков для улучшения проводимости стыков покрыты алюминием, а боковая поверхность — изолирующим слоем. При подаче на разрядник напряжения сверх установленного искровые промежутки пробиваются и почти все напряжение поступает на вилитовые диски. Они имеют нелинейную зависимость величины сопротивления от протекающего тока: при больших токах их сопротивление незначительно, а при малых — велико. При пробое искровых промежутков через разрядник протекает большой ток и энергия атмосферного заряда отводится в «землю». После окончания импульса с уменьшением напряжения величина сопротивления вилитовых дисков увеличивается, что создает благоприятные условия для гашения дуги в искровых промежутках.

Разрядник РВМК-VM с магнитным гашением предназначен для защиты от коммутационных перенапряжений цепей переменного тока, питающих выпрямительную установку. Разрядник 1 (рисунок 95, а и б) установлен на изоляторах 3 в металлической коробке 2 под рамой вагона. Разрядник включен в семь секций вторичной обмотки тягового трансформатора. Разрядник состоит из блока рабочего сопротивления и комплекта искровых промежутков, размещенных внутри армированного металлическим фланцем фарфорового кожуха. Разрядник герметичен. Блок рабочего нелинейного сопротивления собран из трех параллельных колонок тервитовых дисков диаметром 70 мм. Комплект искровых промежутков состоит из двух искровых промежутков с вращающейся дугой, размещенных в зазорах между постоянными магнитами, имеющими форму колец. На фланце предусмотрен болт для заземления. Фарфоровый кожух закрывается снизу дном на резиновых прокладках из озоностойкой резины. Необходимые контакты деталей, размещенных внутри кожуха, достигаются нажатием пружины. Крепление осуществляется через подвеску. Разрядник имеет предохранительное устройство, вмонтированное в днище разрядника и исключающее при повреждении внутри разрядника возможность повышения в нем давления до значений, вызывающих взрыв фарфорового кожуха разрядника, при токе короткого замыкания 18 кА длительностью 0,06 с.

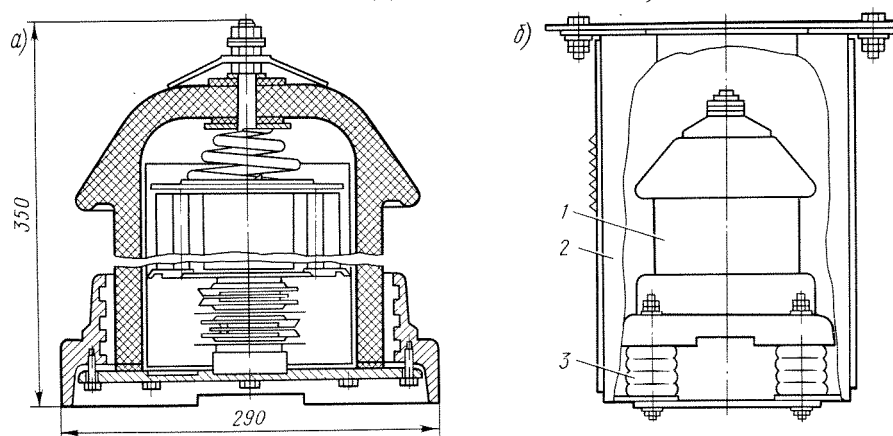


Рисунок 95. Разрядник РВМК-VM (а) и его расположение на вагоне (б)

Искровые промежутки разрядника выдерживают 1000 воздействий сопровождающего тока, при этом пробивное напряжение при частоте 50 Гц не должно изменяться более чем на $\pm 10\%$, а ток утечки не должен превышать 6 мкА. Блок рабочего сопротивления разрядника обладает пропускной способностью, достаточной, чтобы выдерживать без повреждения каждое из следующих воздействий импульсов тока с

фронтом волны 3000 мкс и длиной волны 8000 мкс; 20 импульсов тока с амплитудой 1500 А; 1000 импульсов тока с амплитудой, равной амплитуде сопровождающего тока.

Для защиты от помех радиоприему, которые вызываются искрением на токоприемнике, коммутацией тяговых двигателей и аппаратов силовой цепи, применяют индуктивный фильтр ФС-3Б-3 дроссельного типа. Последний включен в силовую цепь между токоприемником и воздушным выключателем. Благодаря наличию индуктивного фильтра радиопомехи снижаются примерно в 10 раз и гасится переменная составляющая. Индуктивный фильтр представляет собой высокочастотный дроссель без сердечника в виде изолированной катушки 4 (рисунок 96). С верхнего и нижнего торцов катушка зажата четырьмя планками 3, поверх которых имеются две стягивающие опорные поперечины 2 для крепления к изолятору. Индуктивный фильтр установлен на крыше моторного вагона и изолирован от нее опорными изоляторами. Для лучшего охлаждения создают воздушный зазор, вставляя между катушкой и планками текстолитовые клинья.

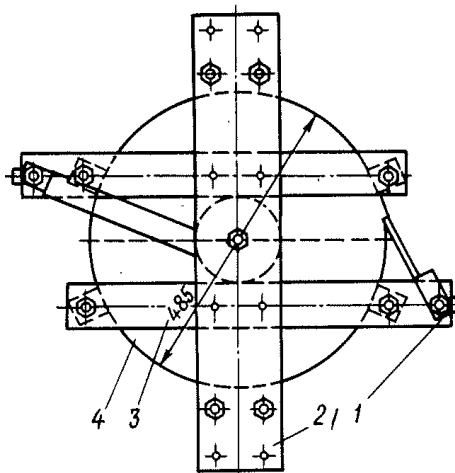


Рисунок 96. Индуктивный фильтр ФС-3Б:

Плавкие предохранители

Плавкие предохранители используют для защиты цепей высокого и низкого напряжения электроподвижного состава от перегрузок и токов короткого замыкания. Плавкие предохранители являются одним из простейших аппаратов защиты. Время выключения цепи плавким предохранителем складывается из времени плавления плавкой вставки и времени гашения дуги. Время плавления вставки уменьшается с увеличением кратности тока перегрузки по отношению к длительному току предохранителя. Такая зависимость является благоприятной, но абсолютное время действия предохранителей сравнительно велико и составляет несколько секунд.

Существенный недостаток плавких предохранителей – однократность действия, необходимость смены предохранителя или плавкой вставки для восстановления цепи. Наиболее широкое применение для защиты низковольтных цепей управления и вспомогательных цепей получили предохранители ПР-2 на напряжение 220 и 500 В. Эти предохранители имеют разборные патроны без наполнителя и номинальные токи 6–1000 А. Патрон состоит из фибровой трубки 1 (рисунок 97, а), которая при появлении дуги является газогенерирующим материалом, выделяя большое количество газов, давлением которых гасится дуга. На трубку насажены латунные

штулки 2, предохраняющие ее от разрыва. На штулки навинчены латунные колпачки 5, которые являются контактными частями патрона. Плавкая вставка 4 зажата между шайбой 3 и колпачком 5. У патронов предохранителей на 100 и 200 А контактами являются медные ножи 6 (рисунок 97, б), к которым винтами крепят плавкую вставку.

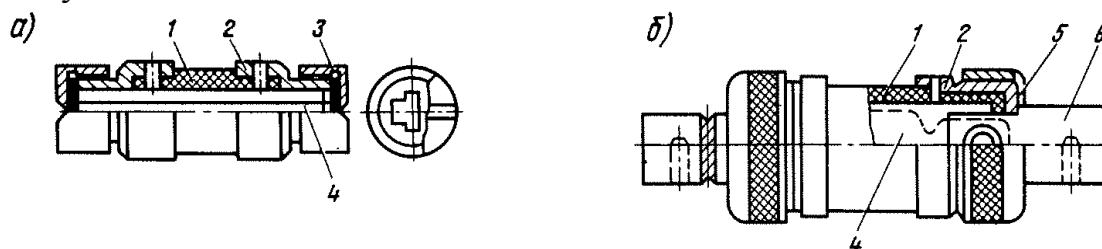


Рисунок 97. Патроны предохранителя ПР-2 со скользящими (а) и ножевыми (б) контактами

Реле

Реле называется электрический аппарат, срабатывающий при изменении режима в цепи, в которой он установлен. Основным свойством реле является скачкообразное изменение выходной величины (сигнала) при плавном изменении входной. На электроподвижном составе реле применяют для автоматизации процессов управления, защиты электрооборудования, в качестве светового сигнала, промежуточных для размножения или передачи сигналов с одной цепи управления в другую.

Реле классифицируют по различным признакам: по принципу действия – на электромагнитные, электродинамические, тепловые, пневматические и т.п.; контактные и бесконтактные – магнитные и полупроводниковые; по роду контролируемой (входной) величины – реле тока, напряжения, времени, мощности, фазы, тепловые реле и т. п.; по изменению величины, на которую реле должны реагировать, максимальные, минимальные; по способу включения – на первичные (при включении обмотки в цепи защищаемого аппарата) и вторичные; для размножения числа контактов или увеличения их мощности – промежуточные реле и т. д.

В настоящее время все более широкое применение находят бесконтактные аппараты управления, в том числе и бесконтактные реле. Однако контактные реле, особенно электромагнитные, все еще широко применяют на электропоездах.

Реле Р-103/Р-102 (по схеме РП1-РП2) служит для защиты силовых цепей от перегрузочных токов и токов короткого замыкания. Реле Р-103 работает в сочетании с реле Р-102, последнее осуществляет функцию механизма возврата.

Бесконтактное дифференциальное реле РДБ-101А-1. Защита тяговых двигателей при возникновении кругового огня на коллекторе осуществляется с помощью бесконтактного дифференциального реле РДБ-101А-1 (по схеме БДР), которое воздействует через систему защиты выпрямительной установки на отключение высоковольтного выключателя. Реле включено в цепь так, что сравнивает величины токов в двух параллельных ветвях групп тяговых двигателей и при небалансе токов вторичная катушка реле подает сигнал на отключение.

Реле ускорения Р-40В (по схеме РУ) предназначено для автоматического управления работой групповых контроллеров в зависимости от величины тягового тока, и тем самым осуществляется автоматический пуск поезда.

Реле боксования Р-304-Г-1 (по схеме РБ) служит для ослабления боксования колесных пар в тяговом режиме.

Токовое реле (по схеме ТРФ) предназначено для защиты асинхронного расщепителя фаз от аварийных режимов.

Реле времени РЭВ-811, РЭВ-882 и РЭВ-884. Реле времени применяют для замедления срабатывания некоторых элементов электрической схемы. Работа этих реле основана на том, что при включении в цепь постоянного тока катушки с самоиндукцией ток и сила притяжения электромагнита, на сердечник которого надета эта катушка, нарастают не мгновенно, а с какой-то выдержкой времени. При отключении питания катушки реле спад тока и соответственно тягового усилия электромагнита происходит тоже с выдержкой времени.

Реле Р-101 – промежуточные и применяются в качестве вспомогательных в цепях постоянного тока.

Промежуточное реле Р-306 – (по схеме КВЗ, КНТ, БК) конструктивно выполнено на базе контакторов КМ с той разницей, что силовая контактная система с дугогасительным устройством заменена на такие же блок-контакты, как и на нижнем конце якоря.

Промежуточные реле РП-23 (по схеме ПНФ, РКО, РТВ, РРУ, ПРК) применяются в цепях постоянного тока в качестве вспомогательных.

Реле МКУ-48С (по схеме ПТВ1-ПТВ4, РН1, РН2, РМН, последнее на моторном вагоне) предназначено для коммутации электрических цепей при напряжении до 220 В постоянного и переменного тока частотой 50 Гц при температуре окружающего воздуха от –50 до + 50 °С и относительной влажностью 70%.

Электромагнитные реле РЭВ-261 применяют в качестве реле напряжения в установках переменного тока частотой 50 Гц. Номинальное напряжение реле составляет 127 или 220 В.

Электромагнитные реле РЭВ-202 (по схеме РЗ и РПО) применяют в установках переменного тока 50 Гц. Это мгновенное реле максимального тока с ручным возвратом. Реле выпускают с одним замыкающим и одним размыкающим контактами, допускающими переборку.

Реле РУ-21 /110 и РУ-21/48 (по схеме БС, БТМ, БТН, РМН, последнее на головном вагоне) применяют в качестве сигнальных в цепях постоянного тока для определения вагона, в котором возникла та или иная неисправность оборудования. При нажатии на кнопку Бленкер, установленную на пульте управления, на неисправном вагоне получает питание катушка сигнального реле.

Тепловое реле ТРТП (по схеме ТРЗ...ТР12) предназначено для защиты электродвигателей переменного тока от перегрузок.

Термоконтакт с легкоплавкой вставкой А14 (по схеме Т31–Т38) предназначен для отключения питания электрического отопления вагонов при значительном повышении температуры в вентиляционном канале в месте установки калориферов. Работа термоконтакта основана на свойстве легкоплавкого сплава разрушаться при заданной температуре.

ТОРМОЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Принципиальная пневматическая схема электропоездов приведена на рисунке 98. На вагонах электропоезда проложены два трубопровода – тормозная и питательная магистрали, заканчивающиеся концевыми кранами 1 и соединительными рукавами 2. Тормозная магистраль питается сжатым воздухом из питательной магистрали через кран машиниста с контроллером 16. На трубопроводах, сообщающих кран машиниста с питательной и тормозной магистралями, установлены краны двойной тяги 9. Кран машиниста при поездном положении ручки поддерживает в тормозной магистрали заданное давление; этой же ручкой осуществляется управление электропневматическими и пневматическими тормозами электропоезда.

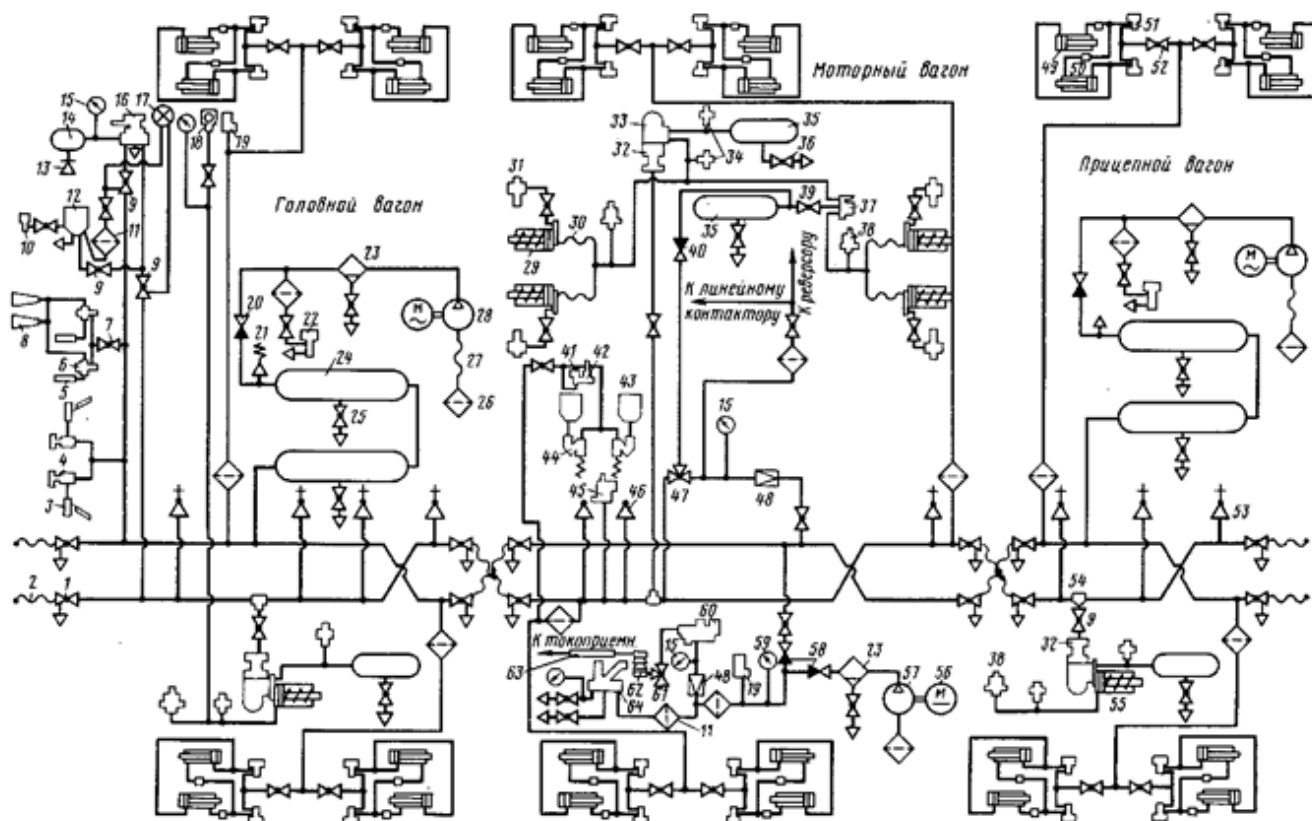


Рисунок 98. Принципиальная пневматическая схема электропоезда

От тормозной магистрали на каждом вагоне имеются ответвления: через тройник 54 к воздухораспределителю 32. На этом трубопроводе установлен разобщительный кран 9. В качестве разобщительного крана использован кран двойной тяги, у которого имеющееся в корпусе отверстие с резьбой 1/4" закрыто резьбовой пробкой; к стоп-кранам 46 и 53, установленным в тамбурах, пассажирских салонах и кабинах машиниста. Стоп-краны предназначены для возможности экстренного торможения без участия машиниста; на моторном вагоне к трехходовому крану 47 и пневматическому выключателю управления 45. Пневматический выключатель управления замыкает электрическую цепь при достижении в тормозной магистрали давления 0,4–0,42 МПа и разрывает электрическую цепь при снижении давления до 0,29–0,28 МПа; на головном вагоне к электропневматическому клапану автостопа 12 через разобщительный кран 9, в котором закрыто отверстие 1,4".

От питательной магистрали на головном и прицепном вагонах выполнены ответвления к главным резервуарам 24 вместимостью 170 л каждый и к дверным ме-

ханизмам, на головном вагоне – к регулятору давления 19. Регулятор давления 19 обеспечивает автоматическое выключение электрокомпрессоров 28 при достижении в напорной магистрали давления сжатого воздуха 0,8 МПа и включение их при снижении давления до 0,65 МПа. На головном вагоне, кроме этого, имеются отводы через разобщительный кран и фильтр 11 к электропневматическому клапану автостопа 12, к кранам 4 стеклоочистителей и через разобщительный кран 7 к клапанам 6 звуковых сигналов. На моторном вагоне – отвод через разобщительный кран и редуктор 48 к трехходовому крану 47. От трубопровода за редуктором выполнен отвод для питания электропневматических аппаратов сжатым воздухом. Для возможности регулирования редуктора установлен манометр 15.

Для наблюдения за давлением в уравнительном резервуаре и тормозном цилиндре головного вагона установлены два манометра 15, а для наблюдения за давлением в питательной и тормозной магистралях – двухстрелочный манометр 17, красная стрелка которого показывает давление в питательной магистрали, а черная стрелка – в тормозной.

Кран машиниста контроллером 16 сообщен с уравнительным резервуаром 14 емкостью 20 л, имеющим пробку 13. Электропневматический клапан автостопа 12 сообщен с включающим вентилем 10. Включающий вентиль обеспечивает автоматическое действие пневматических тормозов в случае разрыва электрической цепи электропневматического тормоза при перемещении ручки крана машиниста в положение электропневматического торможения (положения VA, V и VI).

Для питания сжатым воздухом всей пневматической системы электропоезда на головном и прицепном вагонах установлены электрокомпрессоры воздушные 28. Электрокомпрессор рукавом 27 сообщен с фильтром 26, через который происходит всасывание атмосферного воздуха. Нагнетание сжатого воздуха осуществляется по трубопроводу, по которому сообщается электрокомпрессор с первым главным резервуаром 24. На этом трубопроводе установлен маслоотделитель 23, имеющий водоспускной кран для выпуска конденсата, а также обратный клапан 20. Кроме того, на отводах от нагнетательного трубопровода установлен предохранительный клапан 21 и выключающий вентиль 22. При повышении давления в питательной сети выше установленного в случае какой-либо неисправности регулятора давления (его электрической или пневматической цепи) срабатывает предохранительный клапан 21, который регулируется на давление 0,85–0,86 МПа. С помощью выключающего вентиля 22 обеспечивается выпуск сжатого воздуха из напорного трубопровода (от электрокомпрессора до обратного клапана 20.) в целях облегчения запуска электрокомпрессора. Для выпуска конденсата на главных резервуарах установлены краны 25. На каждом вагоне электропоезда установлены воздухораспределители 32 и электровоздухораспределители 33. На головном и прицепном вагонах камера электровоздухораспределителя укреплена непосредственно на фланце задней крышки тормозного цилиндра 55. Воздухораспределитель трубопроводом сообщен с запасным резервуаром 35 вместимостью 78 л, имеющим водоспускной кран 36. На этом трубопроводе установлен выпускной одинарный клапан 34.

На моторном вагоне тормозной канал камеры электровоздухораспределителя сообщен трубопроводом и далее через рукава 30 с тормозными цилиндрами 29 одной тележки и с реле давления 37, которое в свою очередь через разобщительный

кран 39 сообщено с питающим резервуаром 35 вместимостью 78 л и через рукава – с тормозными цилиндрами второй тележки. Таким образом, на моторном вагоне тормозные цилиндры одной тележки обслуживаются непосредственно электровоздухораспределителем или воздухораспределителем, а тормозные цилиндры второй тележки обслуживаются реле давления 37, которое поддерживает в них такое же давление, как в тормозных цилиндрах первой тележки.

На трубопроводе от камеры электровоздухораспределителя к реле давления (на моторном вагоне) и на отводе от тормозного цилиндра (на головном и прицепном вагонах) установлен второй выпускной одинарный клапан 34. На этом же отводе от тормозного цилиндра на головном и прицепном вагонах установлен сигнализатор отпуска тормозов 38, а на головном вагоне, кроме того, этот отвод сообщен с манометром 15 и скоростемером 18. На моторном вагоне сигнализаторы отпуска тормозов установлены на трубопроводах, идущих к тормозным цилиндрам каждой тележки. Резервуар 35 питается сжатым воздухом из питательной магистрали через редуктор 48 и обратный клапан 40. При следовании вагонов в недействующем состоянии, когда в питательной сети отсутствует сжатый воздух, питание реле давления 37 осуществляется из тормозной магистрали через трехходовый кран 47, который предварительно должен быть переключен в соответствующее положение.

На моторном вагоне тормозные цилиндры сообщены с регуляторами выхода штока 31, действующими от сжатого воздуха тормозных цилиндров и обеспечивающими автоматическое регулирование рычажной передачи в пределах заданных норм выхода тормозного цилиндра.

Для централизованного открывания и закрывания наружных раздвижных дверей на каждом вагоне установлены дверные цилиндры 49, полости которых со стороны задних концов сообщены попарно непосредственно с включающим ventилем 51, а полости передних концов сообщены с таким же включающим ventилем через регулировочные ventили 50. Включающие ventили 51 сообщены с питательной магистралью через фильтр и разобщительный кран 52. Регулированием ventилей 50 обеспечивается одновременность открывания и закрывания дверей.

На головном вагоне установлены звуковые сигналы: свисток 5 малой звуковой мощности и тифон 8 большой звуковой мощности. Звуковые сигналы сообщены с клапаном 6. При легком нажатии на педаль этого клапана сжатый воздух поступает к одному из свистков, а при более сильном нажатии – в тот же свисток и оба тифона. Для очистки лобовых стекол на головном вагоне установлены стеклоочистители 3, сообщенные с кранами 4.

При отсутствии сжатого воздуха в питательной магистрали обеспечение сжатым воздухом привода токоприемника и воздушного выключателя 63 осуществляется вспомогательным компрессором 57, приводимым в действие электродвигателем 56, который питается от аккумуляторной батареи. Компрессор засасывает воздух через фильтр и нагнетает его через маслоотделитель 23, обратный клапан 58 и далее через фильтр по двум направлениям: через фильтр 11 к воздушному выключателю 64, через редуктор 48 – к клапану токоприемника 60. Из клапана токоприемника через трехходовый кран 61, крышку 62 и рукав токоприемника 64 сжатый воздух поступает к токоприемнику.

Автоматическое включение и выключение вспомогательного компрессора 57 осуществляется регулятором давления 19. Для обеспечения его регулировки установлен манометр 59, а для обеспечения регулировки редуктора 48 служит манометр 15. После того как электрокомпрессоры 28 повысят давление в напорной сети выше 0,65 МПа, дальнейшее питание пневматического привода токоприемника и воздушного выключателя осуществляется из напорной магистрали через обратный клапан 58. Моторный вагон оборудован системой пескоподачи. Для хранения песка установлены два бункера 43 (правый и левый), сообщенные трубопроводом с форсунками 44. Сжатый воздух к форсункам поступает из питательной магистрали через электропневматический клапан 42, управляемый включающим вентилем 41.

Действие тормозов

В кабине машиниста, из которой будет производиться управление тормозами, краны двойной тяги 9 (см. рис. 98) должны быть открыты, а в кабине хвостового вагона эти краны должны быть закрыты и ручка крана машиниста переведена в положение VI. При включении электропневматического тормоза в кабине машиниста загорается сигнальная лампа К. Краном машиниста из головной кабины осуществляется управление как электропневматическими, так и пневматическими тормозами. В зависимости от положения ручки крана машиниста в тормозной системе электропоезда происходят следующие процессы.

Положение I — отпуск и зарядка. При этом положении ручки сжатый воздух из напорной магистрали по широким каналам в кране машиниста поступает в тормозную магистраль и через воздухораспределители 32 в запасные резервуары и одновременно в электровоздухораспределители 33. Тормозные цилиндры сообщены с атмосферой. После зарядки тормозной магистрали до требуемого давления ручку крана машиниста переводят в положение II. При положении 1 ручки крана машиниста катушки отпускного и тормозного вентилей электровоздухораспределителей обесточены. Напряжение постоянного тока подается к вентилю 10, который сообщается с электропневматическим клапаном автостопа (срывной клапан).

Положение II — поездное с автоматической ликвидацией сверхзарядки. При этом положении ручки крана машиниста поддерживается в тормозной магистрали заданное давление 0,45—0,48 МПа, на которое отрегулирован редуктор крана машиниста. Если в период выдержки ручки крана машиниста в положении 1 давление в тормозной магистрали установится выше нормального зарядного, то после перемещения ручки в положение II кран машиниста обеспечивает плавный автоматический переход с повышенного давления на нормальное зарядное, не вызывающее действие воздухораспределителей и не зависящее от значений сверх зарядного давления и плотности тормозной магистрали. Контроллер крана машиниста обеспечивает те же электрические цепи, что и при нахождении ручки в положении 1.

Положение III — перекрыша без питания тормозной магистрали. При этом положении ручки крана машиниста напряжение постоянного тока подается на реле, которое обеспечивает пропуск тока к катушке отпускного вентиля электровоздухораспределителей. В кабине машиниста загорается сигнальная лампа О. Кроме того, напряжение подается к вентилю 10.

Положение IV — перекрыша с питанием тормозной магистрали. Контроллер крана машиниста обеспечивает те же электрические цепи, что и при нахождении

ручки в положении III, но при этом кран машиниста обеспечивает поддержание установившегося в тормозной магистрали давления.

Положение VA — электропневматическое торможение без разрядки тормозной магистрали. При этом положении ручки сохраняется перекрыша с питанием тормозной магистрали, а напряжение постоянного тока подается через реле к катушке отпускового вентиля электровоздухораспределителя (аналогично положениям III и IV) и одновременно к катушке тормозного вентиля. Сжатый воздух из запасного резервуара через электровоздухораспределитель поступает в тормозной цилиндр. В кабине машиниста загорается сигнальная лампа Т. К вентилю 10 напряжение подается через хвостовой вагон по проводу 49 (см. электрическую схему). Если в положении ручки крана машиниста, обеспечивающем электропневматическое торможение, нарушится питание вентилей 10, это приведет к разрядке тормозной магистрали через электропневматический клапан автостопа.

Положение V — электропневматическое торможение с разрядкой тормозной магистрали. Контроллер крана машиниста обеспечивает те же электрические цепи, что и при нахождении ручки в положении VA, но при этом кран машиниста обеспечивает разрядку тормозной магистрали темпом служебного торможения, что вызывает действие воздухораспределителей 32.

Положение VI — электрическое торможение с экстренной разрядкой тормозной магистрали. Происходят те же процессы, что и в положении V, но разрядка тормозной магистрали происходит темпом экстренного торможения.

Основным видом торможения электропоезда является электропневматическое, и рекомендуется осуществлять его постановкой ручки крана машиниста в положение VA, так как нецелесообразно при электропневматическом торможении производить разрядку тормозной магистрали, что приводит к ненужному расходу сжатого воздуха.

Электропневматические тормоза обеспечивают полное и ступенчатое торможение, а также полный и ступенчатый отпуск. Перед началом торможения ручка крана машиниста переводится в положение III или IV, при котором клапан отпускового вентиля разобщает полость над диафрагмой электровоздухораспределителя с атмосферой. При полном торможении ручка крана машиниста переводится в положение VA (для электропневматического те же процессы будут происходить и при переводе ручки крана машиниста в положение V или VI), при котором клапан тормозного вентиля электровоздухораспределителя пропускает сжатый воздух в полость над диафрагмой, и далее реле обеспечивает наполнение тормозных цилиндров. При полном торможении наполнение тормозных цилиндров до 0,35 МПа происходит в течение 3–3,5 с с момента перемещения ручки крана машиниста в положение VA. Ступенчатое торможение достигается кратковременным перемещением ручки крана машиниста из поездного в положение VA и обратно в положение III или IV. При этом происходят те же процессы, что и при полном торможении. Степень торможения зависит от времени нахождения ручки крана машиниста в положении VA. При переводе ручки крана машиниста из положения VA в положение III или IV напряжение с катушек тормозных вентилей снимается, а катушки отпусковых вентилей остаются под напряжением. Установившееся давление в тормозных цилиндрах будет автоматически поддерживаться электровоздухораспределителями.

Для полного отпуска тормозов ручку крана машиниста переводят в положение 1 и затем в положение II. В этом случае катушки отпускных вентилях обесточиваются, рабочие камеры и полости над диафрагмой электровоздухораспределителей сообщаются с атмосферой через отверстия в отпускных вентилях. Тормозные цилиндры соединяются с атмосферой через выпускные клапаны электровоздухораспределителей. Отпуск тормозов по всему поезду происходит одновременно независимо от его длины. Снижение давления в тормозном цилиндре с 0,35 до 0,04 МПа происходит за время 3,5–4,5 с.

Чтобы отпустить тормоза ступенями, ручку крана машиниста переводят на некоторое время из положения III или IV в положение II. При этом катушки отпускных вентилях обесточиваются и воздух из рабочих камер и полостей над диафрагмой электровоздухораспределителей выходит в атмосферу. Одновременно воздух из тормозных цилиндров через выпускные клапаны электровоздухораспределителей также выходит в атмосферу. Степень отпуска зависит от времени нахождения ручки крана машиниста в положении II. Количество ступеней отпуска, необходимое для остановки поезда в заданном месте, машинист определяет в зависимости от скорости движения. При всех тормозных положениях (VA, V и VI) ручки крана машиниста в случае нарушения целостности электрической цепи электропневматического торможения обесточивается вентиль 10 и через электропневматический клапан автостопа происходит разрядка тормозной магистрали. Для проверки действия пневматического тормоза, а также в случае неисправности электрической цепи электропневматического тормоза и необходимости перехода на пневматическое торможение отключить электропневматический тормоз выключателем ВЗЗ.

Для проверки действия пневматического тормоза, а также в случае неисправности электрической цепи электропневматического тормоза и необходимости перехода на пневматическое торможение надо переключить выключатель ЭПТ.

Во время пневматического управления тормозами давление в тормозной магистрали изменяется с помощью крана машиниста 16. При торможении понижается давление в тормозной магистрали, приходят в действие воздухораспределители 32, которые разобщают тормозные цилиндры с атмосферой и сообщают их с запасными резервуарами.

Можно осуществлять полное или ступенчатое торможение. Давление в тормозных цилиндрах повышается пропорционально понижению давления в тормозной магистрали. При повышении давления в тормозной магистрали несколько больше давления в запасном резервуаре после торможения осуществляется полный отпуск, так как воздухораспределитель ступенчатый отпуск не производит.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ, РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Амперметры и вольтметры

Измерение токов тягового двигателя, стабилизатора напряжения, заряда и разряда аккумуляторной батареи производят амперметрами. Ток тягового двигателя измеряют килоамперметром Э-377 электромагнитной системы, который подключают через трансформатор тока ТГЮЛ-10 с коэффициентом трансформации 1000/5.

Приборы электромагнитной системы могут быть использованы для измерения как постоянного, так и переменного тока и состоят из неподвижной катушки 1 (ри-

сунок 99), обмотка которой выполнена из медного провода, и стального сердечника 3, укрепленного эксцентрично на одной оси с указательной стрелкой. На той же оси укреплены пластинка магнитного успокоителя 2 и спиральная пружина 4, служащая для создания противодействующего момента.

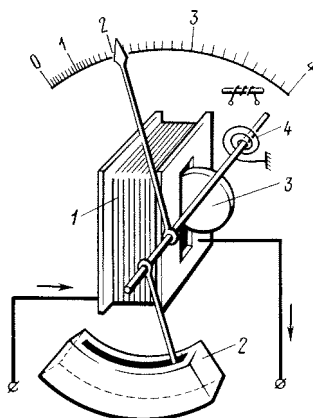


Рисунок 99. Устройство электромагнитного прибора

Измеряемый ток, проходя по катушке, создает магнитное поле, которое намагничивает сердечник 3. Намагниченный сердечник под действием сил поля втягивается внутрь катушки 1, вызывая поворот подвижной части прибора на угол, зависящий от величины тока. Таким образом, определенному току соответствует определенный угол поворота указательной стрелки, при котором вращающий момент уравнивается противодействующим моментом пружины 4. Шкала приборов неравномерная – сжата при малых значениях тока и растянута в зоне больших токов, но специальные конструктивные особенности приборов позволяют избежать большой неравномерности. Приборы электромагнитной системы получили широкое распространение в промышленности, в том числе и на электроустановках подвижного состава. Амперметр Э-377 однопредельный вибро и тряскопрочный, специально приспособленный для подвижного состава. Прибор рассчитан для эксплуатации при температуре воздуха от -40 до $+50$ °С, относительной влажности до (95 ± 3) %, Класс точности 1,5 с номинальной частотой 50 Гц. Время успокоения подвижной части прибора не более 4 с. Измерение токов стабилизатора напряжения, заряда и разряда аккумуляторной батареи производится приборами типа М-4200 магнитоэлектрической системы класса точности 1,5. Подсоединение амперметров в электрическую цепь производится при помощи шунта 75 ШС на 75 мВ. Допускаемые отклонения сопротивлений калиброванных шунтов от номинальных значений не должны превышать $\pm 5\%$. Шунт должен выдерживать в течение 2 ч ток, равный 1,2 номинального.

Приборы магнитоэлектрической системы действуют по принципу взаимодействия проводника с током в магнитном поле. При постоянной индукции магнитного поля, создаваемой постоянным магнитом, и постоянной длине проводников катушки сила поворота подвижной части прибора зависит только от величины тока, протекающего по катушке. Магнитная цепь измерительного механизма прибора магнитоэлектрической системы состоит из постоянного магнита с полюсными наконечниками. Между ними расположен стальной цилиндр. В воздушном зазоре магнитной цепи возникает радиально направленное магнитное поле. В этом зазоре располагает-

ся прямоугольная катушка (рамка). Она смонтирована на двух полуосях, на одной из которых закреплена стрелка. Ток к подвижной катушке подводится через две спиральные пружины. Проходящий по катушке ток, взаимодействуя с постоянным магнитным полем, создает пару сил, образующих вращающий момент. Катушка, поворачиваясь на угол, зависящий от величины тока, уравнивается противодействующим моментом, создаваемым пружинами. Чем больше ток в катушке прибора, тем больше вращающий момент и тем больше угол поворота подвижной части. По углу поворота подвижной части определяют величину тока и градуируют шкалу.

Амперметр 4200 — щитовой, брызгозащищенный, вибро и тряскопрочный, рассчитан для эксплуатации в подвижных электроустановках при температуре среды от -50 до $+60$ °С с относительной влажностью до (95 ± 3) %. Устанавливаются приборы с пределами измерения в цепи стабилизатора напряжения от 0 до 100 А и в цепи батареи — 50 — 0 — 50 А.

Вольтметр 4200 для измерения напряжения аккумуляторной батареи с вмонтированным внутри прибора добавочным резистором включается непосредственно в цепь и имеет предел измерения от 0 до 250 В. Измерение напряжения в контактной сети производится вольтметром переменного тока Д-151. Вольтметр щитовой, ферродинамической системы, в корпусе брызгозащищенного исполнения, устанавливается на пульте управления электропоездом и подключается к обмотке трансформатора напряжением 220 В

Счетчик электрической энергии

Счетчик электронный однофазный типа Ф440, трансформаторного включения, предназначен для учета расхода активной энергии в тяговом режиме на электровазах и электропоездах переменного тока. Счетчик подключается через измерительные трансформаторы напряжения и тока к однофазной сети переменного тока. Устройство и принцип работы. Структурная схема счетчика приведена на рисунке 100. Основой построения счетчика является преобразование измеряемой энергии во времяимпульсный код с последующим интегрированием и запоминанием числа импульсов. Число импульсов соответствует измеряемой активной электроэнергии. Используемый метод носит название метода двойной модуляции, метода ШИМ-АИМ (широтно-импульсная модуляция — амплитудно-импульсная модуляция).

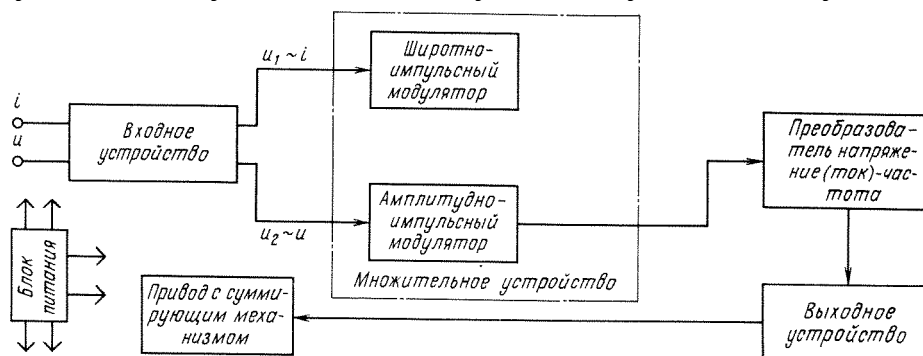


Рисунок 100. Структурная схема электронного счетчика Ф440

В состав счетчика входят следующие устройства: входное, множительное, преобразователь «напряжение (ток) — частота» (ПНЧ), выходное, привод с суммирующим механизмом, блок питания.

Входное устройство предназначено для ввода тока и напряжения в множительное устройство. Множительное устройство предназначено для перемножения мгновенных значений тока и напряжения. В состав множительного устройства входят широтно-импульсный модулятор (ШИМ), амплитудно-импульсный модулятор (АИМ). Преобразователь «напряжение (ток) — частота» (ПНЧ), интегрируя выходной сигнал множительного устройства, преобразует его из непрерывного (аналогового) в дискретный (цифровой). Частота повторения дискретного сигнала пропорциональна интегралу выходного сигнала множительного устройства.

Выходное устройство согласует выходной сигнал преобразователя «напряжение (ток) — частота» (ПНЧ) с приводом. Привод с суммирующим механизмом предназначен для интегрирования и запоминания числа-импульсов, поступающих с выходного устройства. Число, фиксируемое суммирующим механизмом, соответствует активной энергии, потребленной нагрузкой. Блок питания предназначен для питания блоков счетчика стабилизированными напряжениями $\pm 12,6$ и $\pm 9,0$ В.

Расположение оборудования на головном вагоне

Электрическое и пневматическое оборудование на головном вагоне электропоезда ЭР9Е размещено под кузовом, в кабине машиниста, в шкафах и на крыше. На раме под кузовом вагона подвешены (рисунок 101): аккумуляторная батарея 4, электрокомпрессор 5, фильтр 6 (1ФК), маслоотделитель 7, трансформатор 2 (1ТР-071), дроссель 3 (1ДР-007), электровоздухораспределитель 10, воздухораспределитель 11, тормозной цилиндр 12. Кроме того, на раме закреплены воздушные резервуары: два главных 8 по 170 л, один запасный 9 на 78 л и один уравнивающий 1 емкостью 20 л. Под туалетом расположен обогреватель 14 сливной трубы, под салоном — мусоросборник 13.

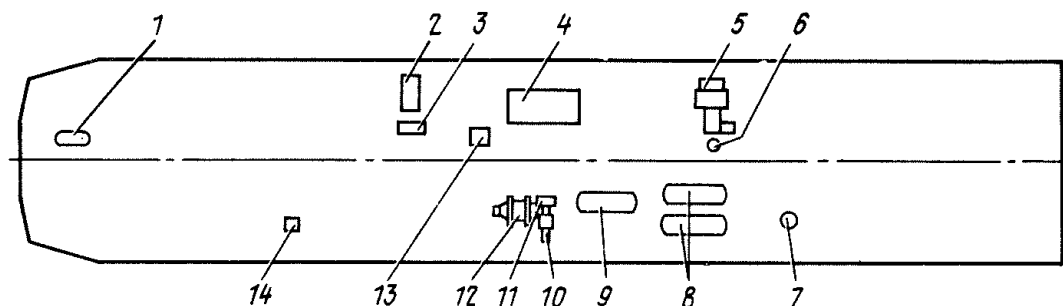


Рисунок 101. Расположение оборудования под кузовом головного вагона электропоездов ЭР9Е и ЭР9М

В кабине машиниста смонтирован пульт со всеми необходимыми аппаратами управления, наблюдения, сигнализации и радиосвязи. Часть аппаратуры размещена на задней стенке кабины. Пульт выполнен в виде отдельных съемных блоков, на каждом из которых аппараты смонтированы и скомпонованы по принципу их назначения. Схема расположения блоков на пульте дана на рисунке 102.

Соединение электрических цепей блоков со схемой поезда осуществляется штепсельными разъемами типа ШР на блоке Ш, находящемся под пультом. Все предохранители собраны на панели в отдельном отсеке (рисунок 103). Перед пультом слева от машиниста установлен контроллер 34, справа — кран машиниста 23. На пульте за контроллером установлен блок 1Б.259 40 регулирования уставок ускорения. Тормозной переключатель 36 установлен в центре пульта на блоке 0.

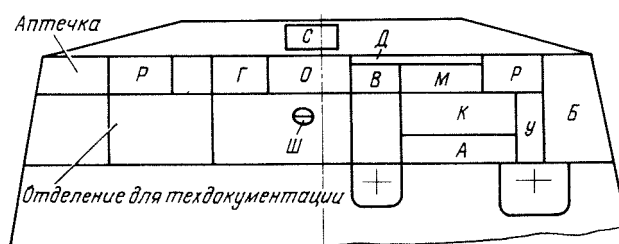


Рисунок 102. Схема расположения блоков на пульте ЭР9Е и ЭР9М

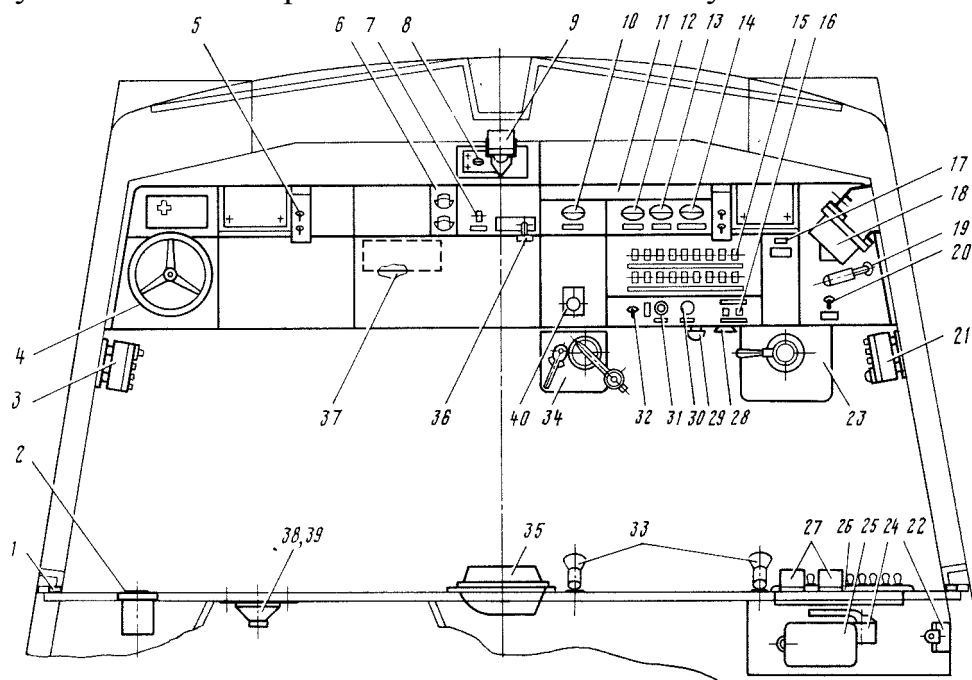


Рисунок 103. Расположение оборудования в кабине машиниста ЭР9Е и ЭР9М

Перед машинистом на блоке А расположены выключатели, 6 наружных раздвижных дверей. Яркость прожектора изменяется переключателем 29. Для поворота рукоятки переключателя необходимо ее предварительно нажать. Все основные выключатели управления поездом собраны перед машинистом на блоке К. На нем смонтированы два кнопочных выключателя 15, на которых предусмотрены рукоятки для управления токоприемником, питанием дверей, для освещения измерительных приборов на пульте, для включения песочниц, «Отключение ВВ», «Восстановление ВВ и защиты», «Бленкеры», «Пониженное ускорение», «Зеленый свет». Сигнальные лампы собраны на блоке Л переключатель 8, меняющий накал сигнальных ламп, — на блоке С. Скоростемер 18 укреплен под правым боковым окном. В кабине расположена следующая аппаратура системы АЛСН: над пультом на стойке между лобовыми окнами — светофор 9 на блоке А — рукоятка бдительности 30, кнопка 31 («Кп») проверки нажатия рукоятки бдительности, переключатель 32 («Дз») для регулирования времени между нажатиями рукоятки бдительности на участках без автоблокировки; на панели 2 на задней стенке кабины — кнопка «В/С» и тумблер «В»; на блоке ВВ 26 на задней стенке кабины — выключатель ВА отключения ЭПК.

Измерительные приборы, установлены перед машинистом на блоках В и М. На блоке В установлен вольтметр, показывающий напряжение в контактной сети; на блоке М — манометры 12 и 13 для контроля давления в тормозном цилиндре и в уравнительном резервуаре и двухстрелочный манометр 14 для контроля давления в

тормозной магистрали (черная стрелка) и в питательной магистрали (красная стрелка). На электропоезде предусмотрено два вида связи — поездная радиосвязь и система радиооповещения. Для переговоров с диспетчером и машинистами других поездов в кабине установлено два пульта управления радиостанции: 21 (для машиниста) и 3 (для помощника машиниста). Два громкоговорителя 27 радиостанции расположены на задней стенке кабины. Выключатель питания радиостанции находится на блоке ВВ на задней стенке кабины.

Из аппаратов системы оповещения «ТОН» в кабине расположены: на блоке У — кнопка «Вызов» 17 усилителя У-100; на задней стенке кабины — громкоговоритель 38 для переговоров между кабинами и контрольный громкоговоритель 39, перед машинистом на пульте подвешен микрофон 28.

Стекла лобовых и боковых окон кабины — электрообогревные. Выключатель 7 обогрева окон и переключатель 6 режимов обогрева установлены на блоке 0. Кабина освещается светильником 35 (выключатель находится на блоке ВВ на задней стенке кабины) и лампами 33 зеленого света (выключатель на блоке К). Кроме этого, предусмотрено нормальное и пониженное освещение расписания и измерительных приборов на пульте. Выключатели 5 освещения расписания находятся непосредственно на блоках Р, а измерительных приборов — на блоке К. Для освещения скоростемера 18 на блоке Б установлена поворотная лампа 19 с выключателем 20. Для включения освещения указателей маршрутов служат розетки 1 под боковыми окнами у задней стенки кабины. В левой части пульта у места помощника машиниста установлен маховик 4 ручного тормоза. В пульте предусмотрены также отсеки для аптечки и технической документации. Под пультом на полу перед креслом машиниста установлена педаль для воздействия на клапан тифона и свистка. Такая же педаль установлена и у помощника машиниста.

В правой части кабины на задней стенке расположен блок ВВ 26 с выключателями вспомогательных нужд. В этом блоке скомпонованы выключатели: «Освещение кабины», «Освещение», «Маршрутный фонарь», «Сигналы», «Буферные фонари», «Радиосвязь», «ЭПТ», «Обогрев маслоотделителя», «Вентиляция», «Вентиляция-20», «Вспомогательный компрессор», «Отопление кабины (нормальное и усиленное)», «Дополнительный обогрев кабины», выключатель «ВА» отключения ЭПК и переключатель с вольтметром. Над блоком ВВ находится блок Т с термоконтакторами, регулирующими температуру воздуха в кабине. В кабине машиниста на задней стенке, в тамбурах, а также в салоне в простенке между средними окнами установлено по одному стоп-крану.

Расположение шкафов дано на рисунке 104. В шкафу № 1 размещены: электропневматический клапан автостопа 25 (см. рисунок 103), кран двойной тяги 24, вентиль 22 замещения электропневматического торможения пневматическим, электрический звонок и штепсельные разъемы.

В шкафу № 2 находится блок 1Б А. 169 с аппаратурой аккумуляторной батареи и питания цепей управления; в шкафу № 3 расположены блоки из комплекта радиостанции 42РТМ-А2ЧМ, усилитель У-100, устройство переходное и устройство питания в-100 из комплекта аппаратуры оповещения «ТОН», в шкафу № 4 — панель ПП.3 с аппаратурой электропневматического тормоза, в шкафу № 5 размещена аппаратура локомотивной сигнализации. В торцовом шкафу № 6 размещен блок

1БА.110.2 с аппаратурой освещения, вентиляции и компрессора, а в шкафу № 7 — панель 1ПА.383 с контакторами отопления салона.

Рядом со шкафом № 1, в канале КО установлен электрокалорифер для обогрева кабины. Слева от двери кабины находится шкаф для одежды ШО, открывающийся со стороны тамбура, а над ним — шкафчик для термосов и продуктов, открывающийся внутрь кабины. На каркасах шкафа № 1 и шкафа для одежды около наружных дверей установлены блоки ДВ с выключателями дверей, кнопками звуковой сигнализации и лампами сигнализации закрытого положения дверей, рядом размещены пульты оповещения системы «ТОН». Блоки соединяются с цепями вагона штепсельными разъемами ШР. На крыше вагона установлены антенна и сопротивления прожектора. Расположение оборудования на головном вагоне ЭР9М такое же, как и у ЭР9Е.

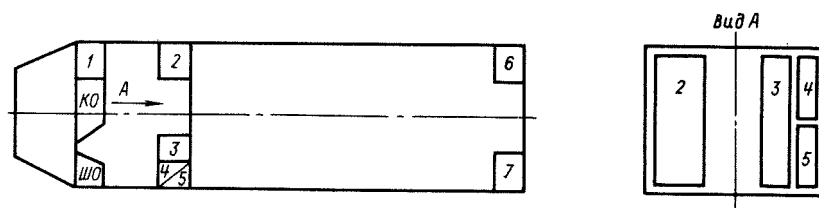


Рисунок 104. Расположение и обозначение шкафов головного вагона ЭР9Е и ЭР9М

Моторный вагон электропоезда ЭР9М. Все основное электрическое и пневматическое оборудование размещено под кузовом вагона (рисунок 105): главный трансформатор 2, выпрямительная установка 6, сглаживающий реактор 5, камера с пускотормозной аппаратурой 17, тяговые двигатели 12; для охлаждения выпрямительной установки, реактора и масла трансформатора предусмотрен вентиляционный агрегат, который состоит из камеры фильтров 8, вентилятора 9 и фазорасщепителя 13, используемого в качестве привода вентилятора; ящик 3 с установленным в нем разрядником РВМК-УМ; ящик 4 с сопротивлениями ослабления возбуждения КФ-116В-2; под вагоном также имеются блок 7 сопротивлений 1БС-026, сопротивление 10 фазорасщепителя 1С-013 и ящик 16 с контакторами и трансформаторами тока; пневматическое оборудование представлено двумя резервуарами 14 типа Р7-78, реле давления 15, электровоздухораспределителем 18 и воздухораспределителем 19; на тележках подвешены тормозные цилиндры 11. К металлическому полу под салоном приварен мусоросборник 1.

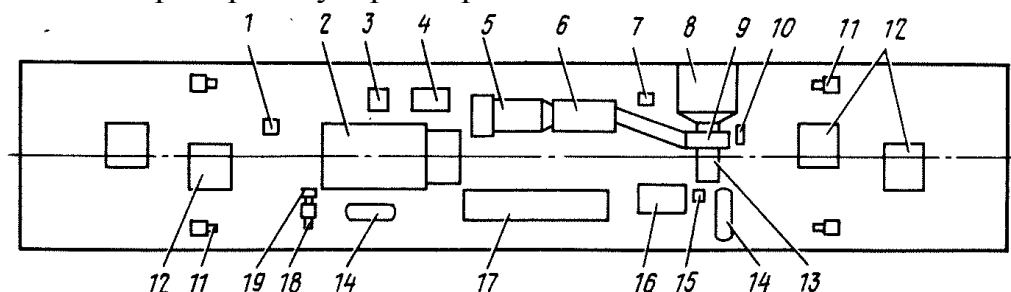


Рисунок 105. Расположение оборудования под кузовом моторного вагона ЭР9М

Прочие аппараты находятся в шкафах (рисунок 106) и на крыше. В шкафу № 1 расположены: панель 1Б.215 с аппаратурой освещения и вентиляции, вспомогательный компрессор с двигателем и регулятором давления, два манометра, редуктор, клапан токоприемника, переключающие краны пневматической сети токоприемника и воздушного выключателя.

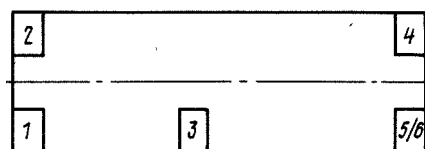


Рисунок 106. Расположение и обозначение шкафов моторного вагона ЭР9М

В шкафу № 2 установлен блок 1Б.213 с аппаратурой управления. Шкаф № 3 предназначен для высоковольтного ввода. В нем размещены проходной трансформатор тока, верхняя часть проходного изолятора и токоведущая шина, соединяющая их. В шкафу № 4 находится блок 1Б.214 с аппаратурой стабилизации 220 В. В шкафу № 5 установлены блок ускоренного отключения ВОВ, фильтр конденсаторный, панель ПР-102Г-1 с реле ускорения, амперметр цепи тяговых двигателей и счетчик расхода электроэнергии, а в шкафу № 6 — рейки зажимов. Через дверцы шкафов № 1, 2, 4 и 6 осуществляется доступ к электрическому монтажу розеток и штепселей междувагонных соединений цепей управления и отопления. На крыше моторного вагона расположены: токоприемник, высоковольтный разрядник, индуктивный фильтр радиопомех, воздушный высоковольтный выключатель, верхняя половина трансформатора тока высоковольтного ввода и опорные высоковольтные изоляторы с шинами для параллельного соединения токоприемников.

Моторный вагон электропоезда ЭР9Е. Все основное электрическое и пневматическое оборудование также размещено под кузовом вагона (рисунок 107): главный трансформатор 3 со встроенным реактором, выпрямительная установка 7, охладитель масла 4, фазорасщепитель 9, ящик 14 с переключателем ступеней трансформатора и реверсом, тяговые двигатели 1, в ящике 6 установлен разрядник, в ящике 5 — контакторы и трансформаторы тока. Под вагоном также имеются блок 12 сопротивлений 1БС.047 и блок 13 сопротивлений 1БС.026, сопротивление 8 фазорасщепителя 1С-013 и ящик 5 с контакторами и трансформаторами тока; пневматическое оборудование представлено двумя резервуарами 10 и 16 типа Р7-78, реле давления 11, воздухораспределителем 18 и электровоздухораспределителем 17; на тележках подвешены тормозные цилиндры 2, к металлическому полу под салоном приварен мусоросборник. Прочие аппараты находятся в шкафах (рисунок 108) и на крыше.

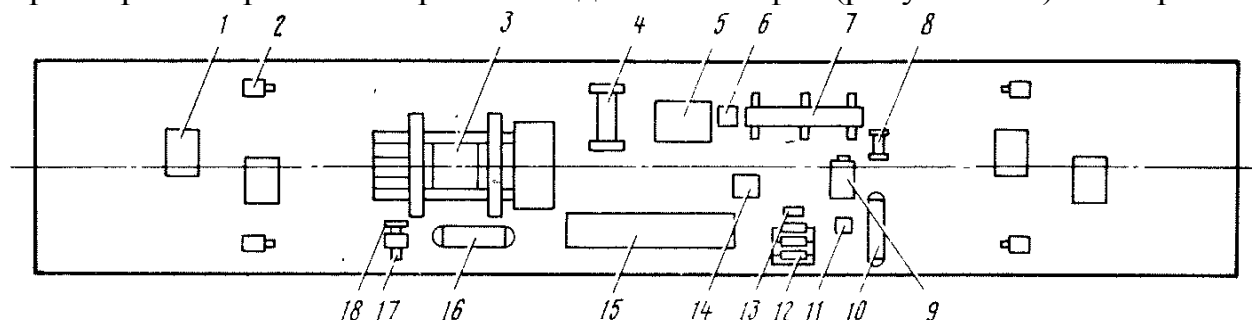


Рисунок 107. Расположение оборудования под кузовом моторного вагона ЭР9Е

В шкафу № 1 расположены: панель 1Б.215 с аппаратурой освещения и вентиляции; вспомогательный компрессор с двигателем и регулятором давления; два манометра; редуктор; клапан токоприемника; переключающие краны пневматической сети токоприемника и воздушного выключателя. В шкафу № 2 установлен блок 1Б.213 с аппаратурой управления. Шкаф № 3 предназначен для высоковольтного ввода: в нем расположены проходной трансформатор тока, верхняя часть проходно-

го изолятора и токоведущая шина, соединяющая их. В шкафу № 4 находится блок 1Б.214 с аппаратурой стабилизации 220 В. В шкафу № 5 установлены блок ускоренного отключения ВОВ, фильтр конденсаторный, амперметр цепи тяговых двигателей и счетчик расхода электроэнергии, а в шкафу № 6 – планки с зажимами. Через дверцы шкафов № 1, 2, 4 и 6 осуществляется доступ к электрическому монтажу розеток и штепселей междувагонных соединений цепей управления. В тамбурах и в простенке между окнами рядом со шкафом с высоковольтным вводом установлено по одному стоп-крану. На крыше моторного вагона расположены: токоприемник, высоковольтный разрядник, индуктивный фильтр радиопомех, воздушный высоковольтный выключатель, верхняя половина трансформатора тока высоковольтного ввода и опорные высоковольтные изоляторы с шинами для параллельного соединения токоприемников.

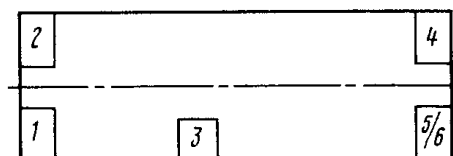


Рисунок 108. Расположение и обозначение шкафов моторного вагона ЭР9Е

Расположение оборудования на прицепном вагоне

Под кузовом прицепного вагона электропоезда ЭР9Е расположены (рисунок 109): аккумуляторная батарея 1, маслоотделитель 2, главные резервуары 3 вместимостью 170 л каждый, тормозной цилиндр 4, воздухораспределитель 6 и электровоздухораспределитель 5, запасной резервуар 7 вместимостью 78 л, электрокомпрессор 8, фильтр 9, мусоросборник 10 и обогреватель 11 сливной трубы. Расположение шкафов дано на рисунке 110.

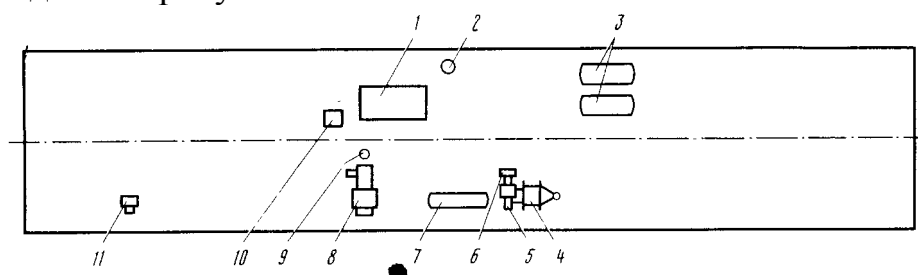


Рисунок 109. Расположение оборудования под кузовом прицепного вагона ЭР9Е и ЭР9М

В шкафу № 1 находится блок 1БА.110.3 с аппаратурой освещения, вентиляции и компрессора, в шкафу № 2 — панель 1 ПА.375 с аппаратурой управления отоплением и вентиляцией и панель 1 ПА.376 с аппаратурой управления аккумуляторной батареей. В торцовом шкафу № 4 размещен маховик ручного тормоза и планки с зажимами, шкаф № 3 — свободный. На крыше предусмотрены опорные изоляторы с шинами для параллельного соединения токоприемников. В тамбурах и в простенке между средними окнами установлено по одному стоп-крану. Расположение оборудования на прицепном вагоне электропоезда ЭР9М такое же, как и у ЭР9Е.



Рисунок 110. Расположение и обозначение шкафов прицепного вагона ЭР9Е и ЭР9М

Библиографический список

1. Электропоезда переменного тока /М. М. Авдеев, В. А. Гут, В. И. Томчук, В. А. Хряев. М.: Транспорт, 1973. 431 с.
2. Электропоезд ЭР9М. Руководство по эксплуатации. М.: Транспорт, 1978. 328 с.
3. Костенко М. П., Пиотровский Л. М. Электрические машины, ч. 1, М.—Л.: Энергия, 1964. 548 с.
4. Костюковский М. А. Управление электропоездом и его обслуживанием. М.: Транспорт, 1980. 208 с.