

Федеральный комплект учебников



Профессиональное
образование

Железнодорожный
транспорт
и метрополитен

Э. М. Добровольская

Электропоезда метрополитена

Учебник

Э. М. ДОБРОВОЛЬСКАЯ

ЭЛЕКТРОПОЕЗДА МЕТРОПОЛИТЕНА

Учебник

Допущено

Экспертным советом по начальному профессиональному образованию Минобрнауки России в качестве учебника для учреждений начального профессионального образования

УДК 629.423
ББК 39.81
Д56

Рецензент —
зам. главного конструктора НТО завода по ремонту подвижного состава
метрополитена *А. И. Сухоруков*

Добровольская Э. М.
Д56 **Электropоезда метрополитена: Учебник для нач. проф. образования / Эльза Михайловна Добровольская. — М.: ИРПО: Издательский центр «Академия», 2003. — 320 с.**
ISBN 5-8222-0115-6 (ИРПО)
ISBN 5-7695-1089-7 (Изд. центр «Академия»)

Дано описание устройства и принципа работы механической части, электрических аппаратов, тяговых двигателей, вспомогательных машин, аппаратуры связи и автоматического регулирования скорости движения вагонов метрополитена.

Рассмотрены работа электрических цепей (силовых, управления и вспомогательных), схема резервного управления электropоездом.

Приведены основные сведения о системах АЛС-АРС, планово-предупредительных ремонтах, правилах безопасной работы.

Учебник написан для учащихся начального профессионального образования, а также может быть использован для профессионального обучения локомотивных бригад и ремонтного персонала электродепо и заводов метрополитенов.

УДК 629.423
ББК 39.81

Учебное издание

Добровольская Эльза Михайловна
Электropоезда метрополитена
Учебник

Редактор *Н. А. Голованова*. Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*.
Компьютерная верстка: *П. Ю. Бизяев*. Корректоры *О. А. Королева, Е. Ю. Куривских*

Изд. № ИРПО-3. Подписано в печать 29.10.2002. Формат 60×90/16. Гарнитура «Таймс». Бумага тип. № 2. Печать офсетная. Усл. печ. л. 20,0. Тираж 3000 экз. Заказ № 2248.

Лицензия ИД № 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия». Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.002682.05.01 от 18.05.2001. 117342, ул. Бултерова, 17-Б, к. 223. Тел./факс: (095) 330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ISBN 5-8222-0115-6 © Добровольская Э.М., 2003
ISBN 5-7695-1089-7 © Институт развития профессионального образования, 2003
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2003

ВВЕДЕНИЕ

Метрополитен — городская внеуличная железная дорога, обладающая большой пропускной способностью и удовлетворяющая потребность населения в быстром, удобном и безопасном передвижении. Она сооружается под землей — в тоннелях, над землей — на эстакадах или на земле — в ограждении.

Метрополитен является наиболее удобным для населения видом городского пассажирского транспорта. Так, например, на долю Московского метрополитена приходится более 50 % объема всех пассажирских перевозок города, а максимальная интенсивность движения достигает 42 пар 8-вагонных поездов в час.

Метрополитен относится к числу сложнейших инженерных сооружений. При этом наземные вестибюли его станций и сами подземные станции очень часто представляют собой уникальные произведения архитектуры. В их оформлении использован мрамор различных видов, гранит, декоративная керамика, художественная лепка, римская и флорентийская мозаика, фрески, скульптуры, уникальная осветительная арматура. В работе по проектированию и оформлению станций принимали и принимают участие многие выдающиеся архитекторы, художники, скульпторы.

Нормальную работу метрополитена обеспечивают определенные службы, каждая по своему профилю. Вместе с тем все их действия взаимосвязаны и направлены на соблюдение безопасности и выполнение графика движения поездов, анализ работы различных устройств, их своевременную профилактику и ремонт.

Хозяйство метрополитена включает в себя: железнодорожный путь; станции с наземными и подземными вестибюлями, лестницами и эскалаторами для подъема и опускания пассажиров; вентиляционные установки большой мощности для поддержания чистоты и умеренной температуры воздуха; отопительные устройства (в городах с холодным климатом); насосные станции для удаления попадающих в тоннель поверхностных и грунтовых вод; тяговые и понизительные подстанции, обеспечивающие подачу электроэнергии, необходимой для движения поездов, освещения и других нужд; электродепо и пункты технического обслуживания для осмотра, стоянки, ремонта вагонов и производства других работ; автоматические устройства, обеспечивающие безопасность движения.

Электроснабжение. Снабжение электроэнергией метрополитена для питания поездов осуществляется от общей энергосистемы *ОЭ* города (рис. 1). Переменный ток напряжением 10 кВ преобразуется на тяговых подстанциях *ТП* метрополитена в постоянный напряжение 825 В. От «плюсовых» шин тяговых подстанций ток подается по кабельной сети, а вдоль линий — по третьему рельсу *КР*, являющемуся контактным. По профилю этот рельс отличается от

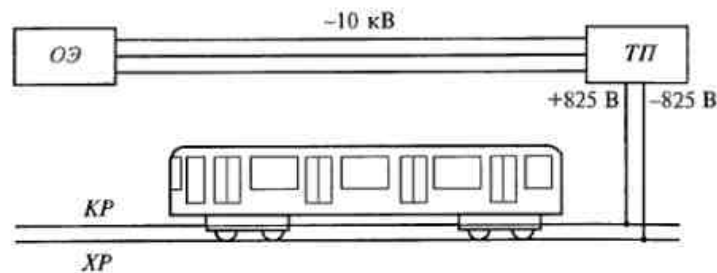


Рис. 1. Участок электротяговой сети метрополитена

ходового *ХР* массивной головкой. Его располагают в стороне от ходовых рельсов и несколько выше последних.

На обеих сторонах каждого вагона установлено по два токоприемника, скользящих по третьему рельсу. От токоприемников электрическая энергия подводится к электродвигателям, называемым *тяговыми*. Ток отводится к «минусовым» шинам тяговых подстанций через ходовые рельсы. Подстанции располагают вдоль линии на расстоянии нескольких километров одна от другой.

К устройствам освещения, автоблокировки, водоотливным устройствам, вентиляторам и прочим устройствам метрополитена электроэнергия подается от понизительных подстанций, трансформаторы которых понижают подводимое напряжение до требуемого значения.

Подвижной состав метрополитена. К подвижному составу относятся моторные вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров, специальные вагоны (технического назначения) и моторно-рельсовый транспорт для перевозки хозяйственных грузов, приводимый в движение от собственного источника — двигателя внутреннего сгорания.

Моторный вагон приводится в движение тяговыми электродвигателями. Каждый вагон метрополитена состоит из механической и электрической части и пневматического оборудования.

К механической части вагона относятся: кузов, рамы двух тележек, колесные пары, тяговая передача, рессорное подвешивание, тормозное оборудование и сцепные устройства. Колесные пары вагона приводятся во вращение тяговыми двигателями. Валы тяговых двигателей соединены с осями колесных пар карданными муфтами и зубчатыми передачами (редукторами). На вагонах метрополитена получил применение индивидуальный тяговый привод, при котором каждая колесная пара приводится во вращение своим тяговым двигателем.

Электрическая часть вагона, кроме тяговых двигателей, содержит множество различных аппаратов, предназначенных для пуска тяговых двигателей, изменения скорости и направления движения вагона, электрического торможения, защиты оборудования от пе-

регрузок и токов короткого замыкания, а также аппараты вспомогательных цепей и цепей управления.

Для увеличения полезного объема пассажирского салона и безопасности пассажиров все основное электрооборудование подвешено под кузовом вагона на раме.

Тяговыми двигателями и другими электрическими аппаратами, находящимися под напряжением контактной сети, управляют дистанционно (на расстоянии) из кабины машиниста. Система дистанционного управления применяется на всех вагонах метрополитена. В качестве источника питания системы управления используются аккумуляторные батареи, установленные на вагонах.

Моторные вагоны имеют кабину машиниста, в которой находятся основные аппараты управления поездом и кран машиниста. Это позволяет управлять поездом из любого вагона, и поэтому на конечных станциях не требуется выполнять никаких маневров и перестановок вагонов: машинист лишь должен перейти из головного вагона в хвостовой, который при движении поезда в обратном направлении становится головным.

Пневматическое оборудование вагона создает запас сжатого воздуха, обеспечивает его очистку, а также служебное и экстренное торможение поезда, автоматическую работу раздвижных дверей, электрических аппаратов, звукового сигнала, стеклоочистителей и пр.

Первыми вагонами на трассах Московского метрополитена были вагоны А и Б, построенные в 1934—1938 гг. Поездная единица этих вагонов — секция — составлялась из одного моторного и одного прицепного вагонов. Вагоны А и Б имели одинаковые электрическое и пневматическое оборудование, конструкцию кузовов и ходовых частей, за исключением некоторых узлов кузова и отдельных деталей автосцепки. На вагонах были применены индивидуальная электропневматическая система управления и рабочий пневматический тормоз. Составы обслуживались бригадой, состоявшей из трех человек: машиниста, начальника поезда и проводника, находившегося в хвостовом вагоне.

В 1940 г. на Мытищинском машиностроительном заводе (ММЗ) была изготовлена первая партия вагонов Г. Великая Отечественная война задержала выпуск этих вагонов, и их серийное изготовление было начато только в 1947 г. Все вагоны Г — моторные, каждый оснащен четырьмя двигателями, что позволило получить более высокие ускорения пуска и замедления при торможении, повысить пропускную способность линий. На вагонах Г в качестве рабочего впервые был применен электрический реостатный тормоз, который обладает рядом преимуществ по сравнению с пневматическим: тормозное усилие на валу тяговых двигателей не зависит от коэффициента трения тормозных колодок; меньше износ колодок и бандажей колес, в результате чего значительно сократилось количество пыли, загрязняющей оборудование вагона и путь; выше

безопасность движения благодаря отсутствию сильного нагрева бандажей колесных пар; легче управление торможением; возможность автоматизации этого процесса управления. Кузов вагона Г значительно легче кузовов вагонов А и Б благодаря применению штампованных и гнутых профилей вместо прокатных.

В 1956 г. начался серийный выпуск более совершенных по конструкции вагонов Д. Эти вагоны имели динамические показатели, такие же, как вагоны Г, и в то же время выгодно отличались от них в весовом отношении. Другое преимущество этих вагонов заключалось в подвешивании тяговых двигателей к раме тележки (на вагонах А, Б и Г тяговые двигатели опирались на ось колесной пары) и передаче вращающего момента на колесную пару через карданную муфту. В результате этого снизилось воздействие вагона на путь и улучшились условия работы двигателей, так как они подрессорены вместе с рамой тележки относительно ходовых частей. На вагонах Д впервые была установлена комбинированная автосцепка, которая проще в эксплуатации. В дальнейшем в конструкции вагонов были использованы новые легкие материалы и внедрены более совершенные системы управления.

В 1963 г. ММЗ начал выпускать вагоны Е (рис. 2), подвергавшиеся впоследствии неоднократной модернизации. В результате имеются несколько модификаций этой серии: Ем, Еж, Еж3 и другие, различающиеся электрическим оборудованием и системами управления.

Серийный выпуск вагонов Еж3 был начат в 1974 г. В отличие от ранее выпускавшихся вагонов серии Е на вагонах Еж3 используется тиристорный регулятор РТ-300/300А для регулирования токов возбуждения тяговых машин. Такое усовершенствование оказалось необходимым ввиду того, что характеристики тяговых машин ДК-116, установленных на вагонах Еж3, имеют ограничения по току в зоне высоких скоростей торможения. Использование же традици-



Рис. 2. Вагон типа Е

онного реостатно-контакторного способа регулирования токов возбуждения при наличии указанных ограничений не позволило бы полностью автоматизировать процесс электрического торможения. А это препятствовало бы внедрению системы автоматического регулирования скорости (АРС) на метрополитене, что не позволило бы увеличивать пропускную способность его линий.

Вагоны Еж3 выполнены двух видов — головные и промежуточные, имеющие каждый кабину управления, что дает возможность при необходимости управлять составом из любого вагона. Головные вагоны отличаются от промежуточных тем, что кабины управления оснащены дополнительным оборудованием: аппаратурой автоматического управления поездом и автоматического регулирования скорости; системой резервного управления поездом, позволяющей эвакуировать поезд с линии при неисправном электрооборудовании; радиостанцией для связи с поездным диспетчером; установкой радиооповещения пассажиров.

С 1977 г. на базе вагонов Еж3 серийно выпускаются вагоны новой модификации — 81-717 и 81-714. Вагон 81-717 выполнен головным с кабиной управления, а вагон 81-714 — промежуточным без кабины со скрытым пультом управления для маневрирования. Вагоны имеют тяговые двигатели повышенной мощности, модернизированные электрические цепи применительно к новым тяговым двигателям, люминесцентное освещение, кабину, оборудованную для управления поездом одним лицом; увеличена прочность кузова, применены новая междугагонная электроконтактная коробка автосцепки и другие вспомогательные узлы. Вагоны имеют более высокую конструкционную скорость. На вагонах 81-717, 81-714 предусмотрена возможность подключения внешних средств диагностики электрооборудования.

В 1988 г. на базе вагонов 81-717 и 81-714 ММЗ совместно с Ленинградским вагоностроительным заводом им. Егорова начали серийный выпуск вагонов 81-717.5 и 81-714.5, на которых применены новые тележки со шпинтонным буксовым узлом. В конструкции и отделке этих вагонов использованы трудногорючие материалы. В кабине и аппаратном отсеке изменено расположение электроаппаратов. В электрические цепи вагонов внесены некоторые дополнения и изменения. Впервые в метровагоностроении внедрена система пожарной сигнализации с установкой датчиков сигнализации в аппаратном отсеке вагона 81-717.5. В кабине машиниста дополнительно установлен порошковый огнетушитель ОП-5, шланг которого введен в аппаратный отсек.

Все эксплуатируемые составы оборудованы поездной радиосвязью машиниста с поездным диспетчером, громкоговорящим оповещением (радиоинформатором) и связью «пассажир — машинист», устройствами автоматического регулирования скорости с автоматической локомотивной сигнализацией (АРС-АЛС).

§ 1. Кузов вагона

Элементы конструкции кузова. Внутренняя отделка. Кузов вагона представляет собой сварную цельнометаллическую конструкцию, состоящую из сваренных в одно целое рамы 2 (рис. 3), двух боковых стен 5, двух торцовых стен 1, крыши 3. Кузов имеет внутреннюю и наружную обшивку. В нем расположено внутривагонное оборудование.

Рама кузова сварная, является основанием кузова и служит его опорой на ходовые части. Рама состоит из двух продольных, двух торцовых и набора поперечных балок, двух шкворневых балок и четырех хребтовых, раскосно установленных между торцовыми и шкворневыми балками с целью передачи продольных нагрузок на боковые пояса рамы и стенки. Продольные и торцовые балки, образующие нижний пояс кузова, имеют коробовое сечение высотой 180 мм; ширина горизонтальных полок, гнутых из листа толщиной 6 мм, составляет 70 мм. В продольных балках сделаны оваль-

ные отверстия для приварки наружной обшивки стен. В поперечных балках также предусмотрены овальные отверстия для облегчения монтажа трубопроводов и уменьшения массы.

Нижний пояс кузова выполнен из отдельных балок, сваренных встык электродуговой сваркой; швы расположены под углом 45°. Стыки усилены накладками. В поперечных балках коробового сечения с размерами 174 × 65 × 6 мм также имеются овальные отверстия для их облегчения и монтажа трубопроводов.

Шкворневые балки сварены из двух вертикальных и двух горизонтальных листов толщиной 8 мм; верхние листы удлинены для сварки с боковинами. В местах установки пятников и скользунов (см. § 6) установлены ребра жесткости. На шкворневых балках имеются отверстия для шкворня пятниковых опор, соединяющих кузов с тележками.

Хребтовые балки состоят из двух балок Z-образного сечения высотой 180 мм; их горизонтальные полки выполнены штамповкой из листа толщиной 8 мм, ширина полок 75 мм. Между хребтовыми балками расположены гнезда автосцепок: они приклепаны к балкам.

Для крепления оборудования к раме приварены кронштейны и дополнительные балки, изготовленные из различных профилей. Все несущие детали рамы выполнены из стали.

Боковые и торцовые стенки представляют собой металлический каркас, состоящий из вертикальных стоек и подоконных балок. Вверху вертикальные стойки связаны элементами жесткости, образующими верхний пояс кузова. Внизу вертикальные стойки приварены к нижнему поясу кузова. Каркас стен обшит стальными листами толщиной 2 мм.

Крыша выполнена из стальных омегаобразных дуг толщиной 2 мм, которые опираются на верхний пояс кузова. В продольном направлении дуги связаны параллельными рядами стальных полос. Проемы, расположенные между продольными боковыми полосами и дугами, закрываются специальными вентиляционными черпаками 4 (см. рис. 3).

Кровля изготовлена из листовой стали толщиной 1,5 мм.

Пол вагона выполнен следующим образом. К раме кузова приварен контактной сваркой металлический гофрированный настил толщиной 2 мм, на который уложены листы фанеры толщиной 10 мм. Между фанерой и металлическим настилом проложены два слоя асбеста общей толщиной 3 мм. Листы фанеры прикреплены к металлическому настилу. Нижняя поверхность фанерных листов пропитана антипиреном для предотвращения гниения. Верхняя поверхность покрыта грунтом, на который уложен линолеум (на тканевой основе) толщиной 4 мм.

В полу вагона около шкворневых балок имеются люки для осмотра двигателей, редукторов и карданных муфт и ухода за ними. Там

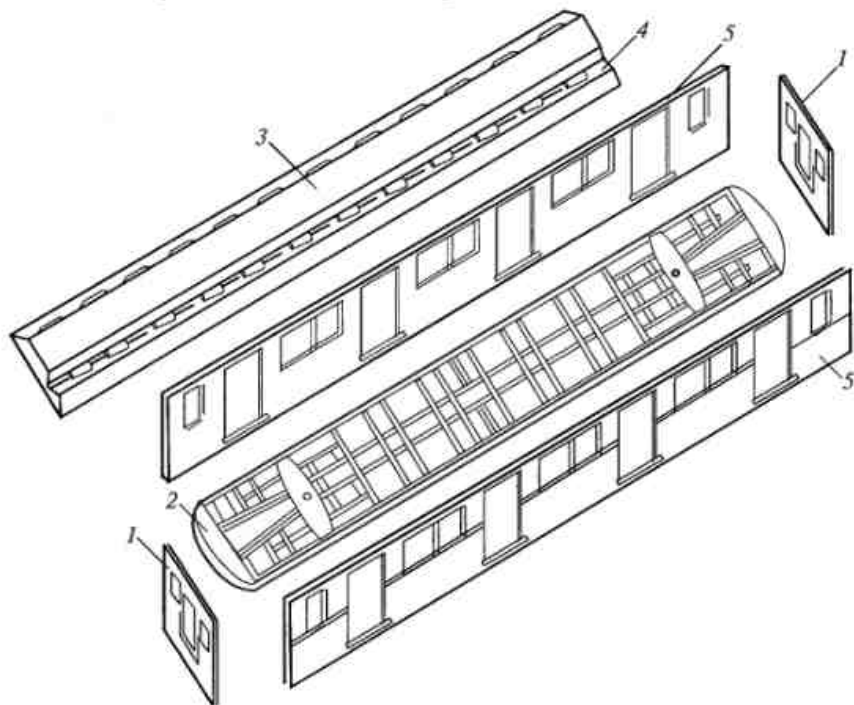


Рис. 3. Элементы кузова

К внутривагонному механическому оборудованию, расположенному в салоне, относятся вентиляционная и осветительная арматура, двери, диваны, окна, поручни.

Вентиляционная и осветительная арматура. Вентиляция кузова естественная, осуществляется через вентиляционные черпаки, установленные на боковых скатах крыши в проемах между продольными полосами и дугами по 13 шт. с каждой стороны. Черпаки правой стороны направлены приемным отверстием в сторону кабины управления, черпаки левой стороны — в противоположную сторону. Внутри черпаков установлено несколько перегородок для создания направленного воздушного потока. При движении поезда в любом направлении встречный поток воздуха через черпаки одного ряда поступает в общий вентиляционный канал, расположенный по всей длине вагона, и равномерно подается в пассажирский салон через решетки, смонтированные на потолке по обе стороны вентиляционного канала.

Для освещения вагона используют 30 светильников в виде закрытых плафонов молочно-белого цвета. Светильники расположены вдоль вагона в три ряда: по 11 над диванами с каждой стороны и восемь по оси вагона.

Двери. Вагон имеет восемь раздвижных дверей: по четыре с каждой стороны и четыре двери для служебного пользования, расположенные по торцам вагона, в перегородке и в левой стенке кабины управления.

Раздвижная дверь представляет собой две бескаркасные створки, изготовленные из листового алюминиевого сплава. Штапованные профили собирают на одном из листов створки, приваривают контактной сваркой и перекрывают вторым листом, также приваривая его контактной сваркой. Верхние половины створок имеют полированные, закаленные стекла, закрепленные специальной резиновой армировкой. Конструкция заделки стекла исключает его выпадание.

Створки раздвижных дверей подвешены к верхнему поясу кузова 3 (рис. 4, а) на арочных П-образных балках 5. Балки к верхнему поясу кузова крепятся болтами 1 и специальными гайками 2 с контргайками 4. В узле подвески створок 11 к арочной балке имеются два ряда шариков 7 диаметром 10 мм, которые удерживаются сепаратором 6 в продольных пазах балки и специальной рейки 8. Во избежание выпадания сепаратора и шариков из пазов балки по краям ее предусмотрены резиновые упоры. При закрывании и открывании створки рейка перекачивается по двум рядам стальных шариков. Через резиновые амортизаторы 10 рейка крепится болтами к кронштейну 9 подвески створки. Высоту подвески створки регулируют гайкой 2 и контргайкой 4.

же расположены соединительные втулки (коннекторы) проводов силовой цепи, идущих от токоприемников к двигателям.

Около каждой шкворневой балки предусмотрены также отверстия для доступа к шкворню и масленке пятника. Эти отверстия закрываются резьбовыми крышками.

Внутренняя отделка стен и потолка выполнена из листов декоративного бумажно-слоистого трудноразрываемого пластика толщиной 3 мм. Стыки листов перекрываются специальными профилями из алюминиевого сплава. Наддверные люки, в которых установлены механизмы раздвижных дверей, закрываются крышками, изготовленными из алюминиевого профиля и облицованными декоративным пластиком толщиной 1,6 мм. Крышки люков фиксируются в проеме замком, который запирают трехгранным ключом.

Уход за кузовом. Периодически раму кузова осматривают в основном для того, чтобы выявить трещины на шкворневых и поперечных балках, нижнем поясе и хребтовых балках. Проверяют также состояние металлического настила пола, кронштейнов для крепления оборудования на раме, гнезда крепления ударно-тягового аппарата автосцепки.

Кузов регулярно моют теплой водой, дезинфицирующим раствором, поддерживают в нормальном санитарном состоянии пассажирский салон и кабины машиниста. Уборку салонов и кабин вагонов, а также наружную мойку кузовов выполняют по специальному графику с учетом продолжительности работы состава на линии и времени его отстоя.

При сухой уборке подметают полы с использованием влажных опилок и протирают сиденья диванов. Деревянные или металлические наличники окон, стекла окон и дверей протирают сухой мягкой салфеткой. Влажную уборку осуществляют с применением специальных моющих средств и мастик. Использование соды, кислоты и прочих растворителей для очистки загрязненных мест не допускается.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы кузова вагона. Как они соединены друг с другом?
2. Перечислите балки, из которых сварена рама кузова.
3. Что представляют собой каркас боковых и торцовых стен, крыша кузова вагона?
4. Как устроен пол вагона?
5. Каким образом выполнена внутренняя отделка стен и потолка?
6. В чем заключается уход за кузовом в эксплуатации?

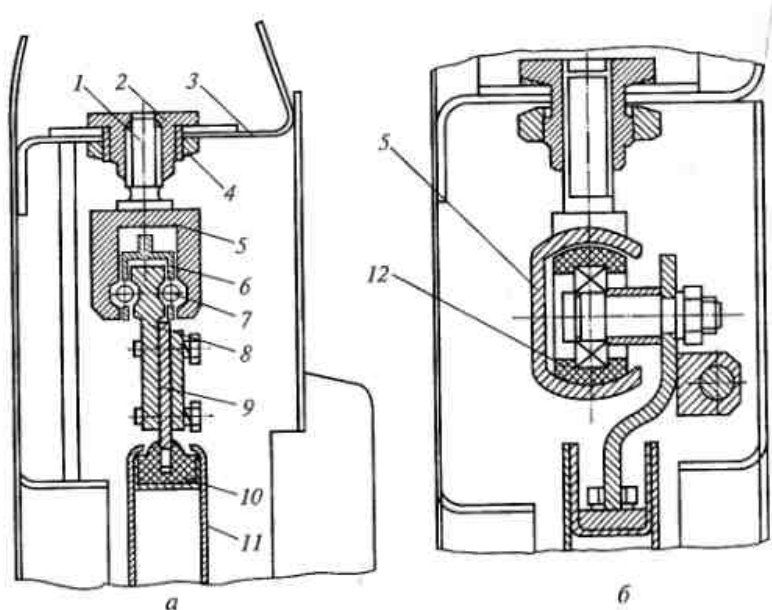


Рис. 4. Конструкция узлов подвески створок раздвижных дверей

На вагонах получает применение более простая и удобная в эксплуатации конструкция узла подвески створок (рис. 4, б), в которой изменен профиль подвесной балки 5; стальные шарики заменены полиамидными роликами 12.

Управляют закрыванием и открыванием дверей централизованно из кабины машиниста с помощью пневматического воздухораспределителя. Одна из створок раздвижных дверей связана с прямодействующим пневматическим цилиндром. При поступлении сжатого воздуха в переднюю или заднюю полость цилиндра шток, связанный со створкой, закрывает или открывает ее.

Усилие на вторую створку передается от первой с помощью цепей, заведенных через звездочки, установленные на наддверных балках. Для синхронного закрывания и открывания створок одна цепь соединяет заднюю сторону первой створки через звездочку с передней стороной второй створки. Такое же соединение имеет вторая цепь. Натяжение цепей регулируют натяжным устройством с помощью винта. Натяжение цепи определяют по ее провесу, который должен быть не более 14 мм.

Створки дверей в закрытом положении защищены специальными резиновыми уплотнителями. В открытом положении створки входят в пазухи простенков вагона. Для предотвращения попадания атмосферных осадков и влаги при мойке вагонов дверные пазухи уплотнены резинотканевой полосой, прикрепленной к торцу

двери и прижимаемой к дверной стойке в закрытом положении дверей. Во избежание травмирования пальцев рук пассажиров, при случайном попадании их в дверную пазуху, в облицовке дверных мест сделаны выемки, закрываемые резиной, оклеенной тканью.

На каждой створке внизу с обеих сторон установлены на винтах хромированные планки, а на стойках дверного проема — обрезиненные ролики, что предотвращает раскачивание створок и снижает износ деталей дверного подвешивания. Порог дверного проема выполнен с направляющим желобом.

Створки дверей можно запирать язычковыми запорами, приводимыми в действие трехгранным ключом, который выдается только локомотивной бригаде и другим работникам, обслуживающим подвижной состав.

На пульте управления в кабине машиниста имеется сигнальная лампа (15 Вт, 120 В), фиксирующая открытие или закрытие створок. При открытых дверях поезда лампа загорается, при закрытых — гаснет. Раствор створок (в свету), при котором зажигается сигнальная лампа, должен быть не более 20 мм.

Двери для служебного пользования подвешиваются на шарнирных петлях, привернутых винтами к стойкам кузова, с опорой на шарик. Каждая дверь имеет два замка: один открывается постоянными ручками, другой — трехгранным ключом. Дверь из кабины управления в салон не имеет стекла и проема для него, со стороны салона на ней установлены два вертикальных хромированных поручня.

Диваны. По обеим сторонам салона в промежутках между раздвижными дверями расположены диваны на шесть сидячих мест, между торцовыми стенками и дверными проемами — диваны на три сидячих места.

Каркас дивана, выполненный из алюминиевого сплава, прикреплен к полу и боковой стенке кузова. К каркасу с обеих сторон прикреплены щековины со стальными хромированными подлокотниками. Сиденье полумягкое, состоит из деревянной рамки, фанеры толщиной 10 мм и наклеенного на нее поропласта толщиной 20 мм.

Спинки с помощью проушин навешивают на крючки, укрепленные на боковых стенках кузова. Снаружи сиденья и спинки обшивают искусственной кожей на трикотажной основе.

В кабине установлено мягкое кресло для машиниста и откидные сиденья для помощника и инструктора.

Окна. В пассажирском салоне окна расположены между раздвижными дверями и в торцовой стене; в кабине машиниста — в торцовой и боковых стенах.

Для всех окон применено закаленное полированное стекло толщиной 6 мм. Все стекла с помощью специальных резиновых уплотнителей вставляют в оконные проемы, прижимают к буртику наружной обшивки внутренними деревянными или алюминиевыми раскладками и крепят винтами с хромированными головками.

Поручни. По всей длине вагона над диванами устанавливают продольные поручни, которые крепят к потолку вагона на фигурных кронштейнах. Поручни изготавливают из стальных хромированных труб диаметром 27 мм, а кронштейны (полированные из алюминиевого сплава) — литьем под давлением. У торцовых стенок салона по обе стороны створчатых дверей установлены вертикальные поручни. Кроме поручней в пассажирском салоне предусмотрены поручни для обслуживающего персонала: на торцах снаружи вагона для облегчения перехода из вагона в вагон; боковые поручни и стремянки для входа в вагон с путей у боковой двери кабины и с противоположной стороны вагона у второй раздвижной двери.

Уход за оборудованием салонов. Проверяют наличие табличек, схем, состояние и крепление диванов, люков в полу вагона и над дверями, вентиляционных решеток, номера вагона, подножек, поручней. Ослабленные крепления подтягивают. Контролируют правильность работы замков, петель и дверного подвешивания. Узлы и детали внутривагонного оборудования смазывают в соответствии с картой смазок.

При нормальном давлении в напорной магистрали створки дверей должны закрываться и открываться одновременно во всех вагонах поезда, а движение створок должно быть плавным, без рывков, задержек на ходу и ударов в крайних положениях. Если створки перемещаются с заеданием или имеют перекосы, регулируют дверной механизм. На слух убеждаются в отсутствии утечки воздуха.

Проверяют состояние цепей освещения вагона, протирают плафоны, поручни, кронштейны и оконные рамы. Неисправные лампы заменяют.

Контролируют плотность прилегания стекол в оконных и дверных проемах, белых и красных фарах, резинового притвора раздвижных дверей.

Контрольные вопросы

1. Что относится к внутривагонному оборудованию?
2. Как осуществляется вентиляция пассажирского салона?
3. Как устроен узел подвешивания створок раздвижных дверей?
4. Что служит приводом раздвижных дверей?
5. Как работает механизм закрывания и открывания створок раздвижных дверей?
6. В чем заключается уход за внутривагонным оборудованием?
7. В каких случаях регулируют дверной механизм?

§ 3. Тележки. Рамы тележек

Общие сведения о тележках. Вагоны метрополитена имеют большую длину (19 206 мм), поэтому для вписывания их в кривые участки пути используют две тележки.

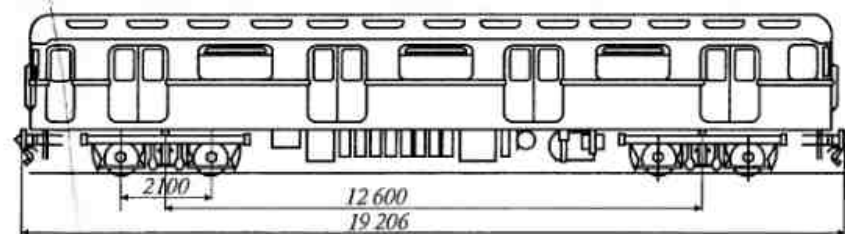


Рис. 5. Схема вагона

Тележки расположены по концам вагона (рис. 5) на одинаковом расстоянии от его центра и не связаны одна с другой. Расстояние между центрами двух осей колесных пар называется *базой тележки* и составляет 2100 мм. От базы тележки и длины кузова зависит минимальный радиус рельсового пути, в который может вписаться вагон. Расстояние между поперечными осями тележек называется *базой вагона*. Она равна 12 600 мм.

Каждая тележка двухосная, поворотная, шарнирно соединяется с кузовом с помощью пятниковой опоры, вокруг которой она может поворачиваться в горизонтальной плоскости. При этом оси колесных пар будут устанавливаться по радиусу кривой, что уменьшает угол набегания колес на рельсы и, следовательно, износ колеса и головки рельсов.

Тележка состоит из следующих основных узлов: рамы, двух колесных пар с редукторами и буксами, двойного рессорного подвешивания, двух тяговых передач, подвесных устройств для тяговых двигателей, редукторов, токоприемников, деталей механического тормоза. Масса тележки с двигателями 7500 кг.

Рама тележек. Рама (рис. 6) воспринимает вес кузова с пассажирами и равномерно распределяет его между колесными парами. Рама воспринимает также тяговые и тормозные усилия от колесных пар и передает их кузову. Кроме того, на раму действуют дополнительные нагрузки, обусловленные неровностями рельсового пути, извилистым движением колесных пар, центробежной силой, возникающей в кривых участках пути, и др.

Действующие на раму силы вызывают растяжение и изгиб ее элементов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также их кручение, поэтому конструкция рамы должна обладать достаточной прочностью.

Рама тележки цельносварная, что позволило значительно снизить ее массу без снижения прочности. Она выполнена из двух продольных 6, 8 и двух поперечных 7, 14 балок, сваренных встык в виде буквы Н. Места стыковки перекрывают штампованными косынками 5 и 9 толщиной 6 мм для повышения прочности рамы и создания плавного перехода сечений. Косынки приваривают по

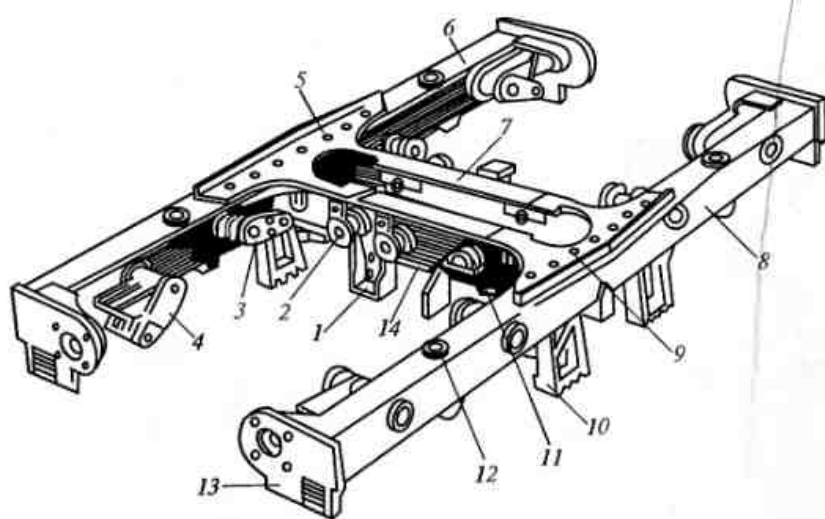


Рис. 6. Рама тележки вагона

всему контуру и дополнительно над продольными балками для предотвращения отставания их от балок.

Балки рамы — полые, коробового сечения. Они состоят из двух половин, выполненных штамповкой из листовой стали толщиной 10 мм и сваренных друг с другом продольными швами встык.

В вертикальных стенках продольных балок имеются сквозные отверстия, в которые вставляют литые кронштейны 3, 4 для подвески рычагов тормозной передачи, привариваемые с обеих сторон балки.

Снизу продольных балок в средней части приваривают стальные литые кронштейны 10 с косыми зубьями, к которым прикрепляют упругие поводки, связывающие раму тележки с колесными парами вагона.

В продольные балки над буксами вваривают втулки 12 под предохранительные штыри букс, которые необходимы в случае излома поводков и потери связи колесной пары с рамой тележки. По торцам продольных балок приварены листовые кронштейны 13 для крепления тормозных цилиндров. К каждой поперечной балке приварены два верхних 2 и один нижний 1 кронштейны для подвески тягового двигателя и кронштейн 11 для подвески корпуса редуктора колесной пары. Все кронштейны литые из стали, их вставляют в отверстия балок и приваривают с обеих сторон по периметру.

Уход за рамами тележек. Рамы тележек осматривают особенно тщательно. Убеждаются в отсутствии трещин. Особое внимание

обращают на узлы сочленения поперечных балок с продольными, места приварки кронштейнов, на которых подвешивают тяговые двигатели, редукторы, тормозные подвески. Осматривают также кронштейны для крепления тормозных цилиндров и буксовых поводков. Обнаруженные трещины обрабатывают и заваривают.

Контрольные вопросы

1. Почему кузов вагона опирается на две тележки?
2. Из каких основных узлов состоит тележка вагона?
3. Перечислите действующие на раму тележки нагрузки. Какие деформации возникают в тележке под действием этих сил?
4. Каково назначение кронштейнов тележки и как выполнено их соединение с рамой?
5. На что обращают внимание при осмотре рам тележек?

§ 4. Колесные пары

Устройство и принцип действия. Колесные пары служат для преобразования вращательного движения валов тяговых двигателей в поступательное движение вагона. Они являются наиболее ответственными узлами тележки, так как воспринимают всю нагрузку от веса кузова со всем его оборудованием и пассажирами, тяговые и тормозные усилия, а также направляют вагон по рельсовому пути. От правильного содержания и эксплуатации колесных пар зависит безопасность движения, поэтому к конструкции, изготовлению, содержанию и ремонту колесных пар Правилами технической эксплуатации (ПТЭ) метрополитенов предъявляются особые требования.

Колесная пара (рис. 7) состоит из оси 4 с роликовыми буксами 1, колеса с удлиненной ступицей 2, на которой монтируют редуктор 3, и колеса с нормальной ступицей 5. Расстояние между внутренними гранями бандажей или ободьев колес составляет 1440 мм.

Ось (рис. 8) представляет собой брус круглого сечения. Диаметр оси по ее длине неодинаков. На подступичные части 4 напрессовывают колеса, поэтому, кроме напряжений изгиба и кручения, они испытывают еще напряжение сжатия от напрессованных на них колесных центров. Диаметр подступичных частей на 10 мм больше диаметра средней (межступичной) части 5.

На предподступичные части 3 насаживают в горячем состоянии лабиринтные кольца (воротники) для уплотнения корпусов букс.

Концевые части оси — шейки 2 воспринимают вертикальную нагрузку от веса вагона. На шейки в горячем состоянии напрессовывают внутренние кольца буксовых подшипников. Резьбовые ча-

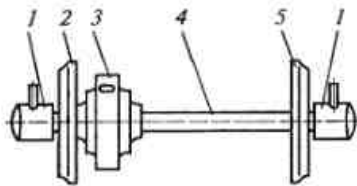


Рис. 7. Колесная пара

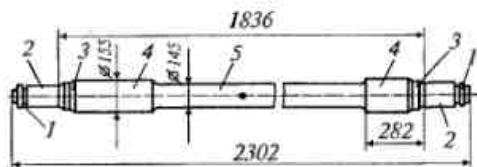


Рис. 8. Ось колесной пары

сти 1 на концах оси предназначены для завинчивания осевых гаек, которыми закрепляют подшипники букс.

Для предотвращения концентрации напряжений все сопряжения участков одного диаметра с участками другого диаметра выполняют плавными. Их называют *галтелями*.

Оси колесных пар работают в тяжелых условиях, поэтому их изготавливают ковкой из специальной углеродистой стали с высокими механическими параметрами. Для увеличения срока службы осей буксовые шейки и подступичные части подвергают поверхностному упрочнению путем накатки роликами.

После обработки, проверки и приемки оси на торце ее первой шейки (со стороны зубчатого колеса) ставят клеймо с обозначением завода-изготовителя, номера оси, номера плавки металла, года изготовления и приемки оси инспекторами ОТК завода и службы подвижного состава метрополитена. При обнаружении на одной из осей дефектов металла под контроль берут все другие оси данной плавки (по шифру клейма).

Колеса. На вагонах метрополитена эксплуатируют подрезиненные цельнометаллические и цельнокатаные колеса.

Подрезиненное колесо (рис. 9) обеспечивает снижение шума при движении и уменьшение силы динамических ударов, происходящих на ходовые части и на путь. Оно состоит из колесного центра 1 с нормальной, как показано на рисунке, или удлиненной ступицей (в этом случае колесный центр называют первым), центрального диска 5 с насаженным на его обод бандажом 6, нажимной шайбы 4 и шестнадцати резиновых вкладышей 3, расположенных по обе стороны центрального диска по восемь штук в каждом ряду.

Бандаж 6 представляет собой съемное стальное кольцо специального профиля, надеваемое на обод центрального диска. Съемными бандажи делают для того, чтобы при износе поверхности катания бандажи можно было сменить, не меняя другие детали колеса, которые практически не изнашиваются и подвергаются повреждениям гораздо реже. Поверхность катания бандажа имеет коническую форму; бандаж снабжен гребнем, расположенным с внутренней стороны рельса. Гребень препятствует сходу колеса с рельса.

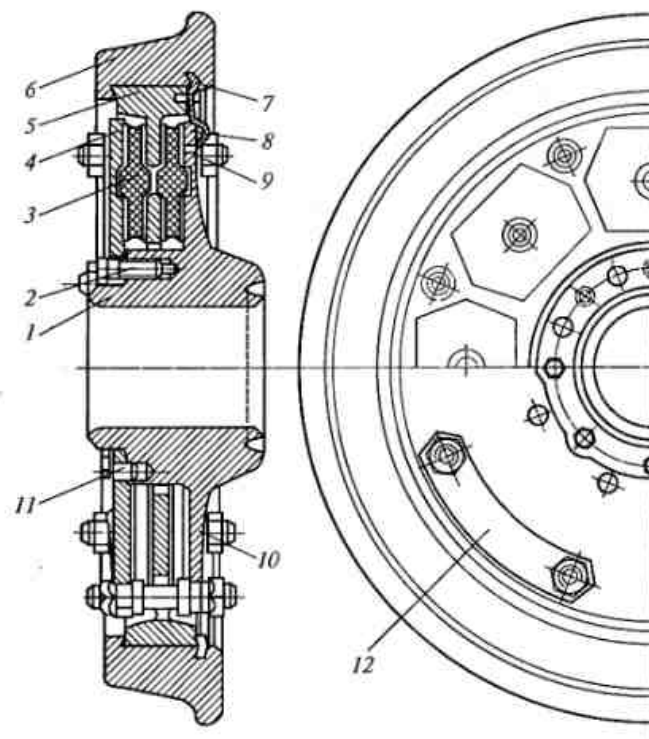


Рис. 9. Подрезиненное колесо

Для плотного прилегания бандажа к ободу центрального диска его внутренний диаметр должен быть меньше наружного диаметра обода. Бандаж надевают на центральный диск в нагретом состоянии. При нагревании внутренний диаметр увеличивается, и бандаж свободно надевается на диск. При остывании бандаж сжимает диск, сам несколько растягивается и остается на центральном диске в напряженном состоянии. Для удержания бандажа на диске при его ослаблении служат крепительное кольцо 7, которое изготавливают цельным без шва из высококачественной углеродистой стали, и бурт на другой стороне бандажа.

На наружные торцовые грани бандажа и колесного центра наносят контрольные риски, смещение которых указывает на проворот бандажа. В эксплуатации допускается проворот не более чем на 200 мм. С повторным проворотом колесная пара в эксплуатацию не допускается.

При сборке колеса на дисковую часть 10 колесного центра 1, установленного в горизонтальное положение, ставят восемь спи-

лек, которые снизу закрепляют гайками 9, скрепляемыми парно дугобразными пластинчатыми шайбами 12, и укладывают восемь вкладышей первого ряда так, чтобы их нижние выступы попадали в углубления дисковой части. Затем устанавливают центральный диск 5 вместе с насаженным на него бандажом 6 таким образом, чтобы диск своими отверстиями попал на верхние выступы вкладышей.

Уложенный на верхнюю сторону центрального диска второй ряд резиновых вкладышей накрывают нажимной шайбой 4, расположенной в торце ступицы колесного центра 1. Штифты 11 служат для предотвращения проворота нажимной шайбы относительно колесного центра и среза болтов 2, крепящих нажимную шайбу. После равномерной затяжки гайками на шпильках и болтами на ступице (что обеспечивает равномерное сжатие резиновых вкладышей по всей плоскости колеса) гайки и болты закрепляют пластинчатыми шайбами. Колесный центр не соприкасается с бандажом и центральным диском и как бы «висит» на резиновых вкладышах.

Чтобы не нарушать электрическую цепь для отвода тока от колеса на ходовой рельс, каждое подрезиненное колесо имеет два гибких медных шунта 8 площадью сечения 50 мм², соединяющих колесный центр с центральным диском.

Для обеспечения равномерного прогиба при качении по рельсу в колеса устанавливают вкладыши примерно одной жесткости. Толщина вкладыша, измеренная по наружным поверхностям арматуры, должна быть в пределах 24,1—25 мм. В зависимости от прогиба под нагрузкой вкладыши делят на шесть групп твердости. В оба колеса каждой колесной пары устанавливают вкладыши одной и той же группы.

Недостатками существующей конструкции подрезиненных колес являются большое число резьбовых соединений, что требует повседневного ухода и осмотра, отсутствие резины нужного качества, необходимость точного подбора вкладышей по их твердости.

Наряду с бандажными колесами на вагонах применяют безбандажные цельнокатаные колеса, у которых ступица, диск и обод с гребнем составляют одно целое.

По сравнению с бандажными цельнокатаные колеса имеют следующие преимущества: увеличенную прочность колеса; отсутствие насадного бандажа, что исключает работы по подбору натягов, нагреву, посадке, установке кольца и его завальцовке; облегчение наблюдения и ухода за колесами в эксплуатации; повышение безопасности движения, поскольку нет опасного проворота бандажа, ослабления посадки или разрыва бандажа и др.

По мере износа (образования проката) цельнокатаные колеса обтачивают по специальному профилю, а после предельного износа перетачивают под посадку на них бандажей.

В процессе эксплуатации вагонов на поверхности катания могут появиться следующие дефекты:

прокат — желобок глубиной a (рис. 10), образующийся по всей длине рабочей поверхности катания вследствие естественного износа бандажа при движении колеса по рельсам, а также смятия металла бандажа. Прокат сопровождается образованием характерного наплыва (наката) у наружного края колеса. Глубина и скорость нарастания проката зависят от пробега, качества ремонта и ухода за вагонами, от профиля и состояния пути. По мере нарастания проката свобода поперечного перемещения колесных пар уменьшается, особенно при прохождении кривых, ход подвижного состава становится менее спокойным, усиленно изнашиваются головки рельсов. По нормам допускается прокат глубиной до 5 мм;

выбоина — местный прокат бандажа, более интенсивный по сравнению с прокатом на остальной длине поверхности катания бандажа. Выбоина обычно образуется при заклинивании колесной пары. Причиной заклинивания могут быть неисправность тормозных приборов или рычажно-тормозной передачи, разрушение подшипников, излом зубчатой передачи. Выбоины создают большую опасность в эксплуатации, так как в момент их прохождения над головкой рельса колеса опускаются с высоты, равной глубине выбоин, и бьют по рельсам, как молот. Допускаются местные выбоины глубиной не более 0,3 мм. Приблизительно глубину выбоины можно определить на глаз, точно же ее определяют специальным шаблоном; при глубине 0,3 мм выбоина может иметь протяженность по кругу катания около 50 мм;

подрез гребня — сильное истирание рельсом внутренней наклонной поверхности гребня бандажа, вызывающее образование острого гребня, что может быть причиной схода вагона с рельсов на стрелках, в кривых участках пути. Вертикальный подрез гребня высотой более 18 мм недопустим. Подрез гребня происходит вследствие ряда причин: неправильного формирования колесной пары, неодинакового диаметра бандажей колесной пары и перекоса ее относительно рамы тележки. В результате подреза гребня угол перехода поверхности катания к гребню вместо 60° начинает приближаться к прямому, толщина гребня уменьшается. Нормами допускается толщина гребня не менее 25 мм (у новых гребней она равна 33 мм) и угловой подрез гребня не более 80°;

выкрашивание — выпадение кусочков металла из поверхности катания в результате сильно развитой сетки трещин, возникающей в поверхностном слое бандажа при сильном нагреве, вызван-

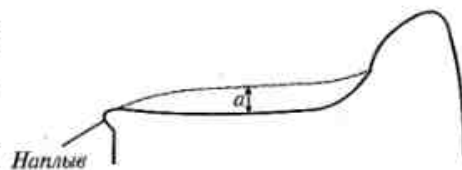


Рис. 10. Прокат на поверхности катания

ном длительным торможением колодками с последующим резким охлаждением колес на рельсах. Интенсивность сетки трещин на поверхности катания допускают в соответствии с фотоснимками в альбоме эталонов. Отдельные выкрашивания допускаются на площади не более 200 мм² глубиной не более 1,0 мм.

Освидетельствование колесных пар. Все колесные пары периодически проходят различные виды освидетельствования в электродепо и на заводах по ремонту вагонов с целью обеспечения безаварийной работы вагонов на линии. Существуют следующие виды освидетельствования:

осмотр колесных пар под вагоном для определения пригодности их к дальнейшей эксплуатации с проведением замеров основных параметров;

обыкновенное освидетельствование колесных пар; его выполняют при выкатке колесных пар для ремонта;

полное освидетельствование (с постановкой клейм); его выполняют периодически на заводе, а также при смене элементов колесных пар. При полном освидетельствовании проверяют соответствие размеров и износов элементов колесной пары установленным нормам; шейки оси, среднюю и предподступичные части проверяют дефектоскопом.

Уход за осями и колесами. Выявляют перечисленные выше неисправности и при их наличии принимают меры по устранению.

При осмотре осей убеждаются в отсутствии трещин, забоин, потертых мест и других видимых пороков на открытых участках. Подступичные части осей осмотру недоступны, однако трещины в них могут быть обнаружены по вздутию или нарушению слоя краски в месте соединения оси со ступицей колесного центра, а также по появлению ржавчины в этом месте.

При осмотре колес проверяют состояние поверхности катания и гребней бандажей, убеждаются в отсутствии выбоин, трещин, выкрашивания, подреза гребней и других дефектов. Проверяют плотность посадки бандажа на ободе центрального диска обстукиванием бандажа молотком с удлиненной ручкой. Проверку выполняют при опущенных тормозах, когда тормозные колодки не касаются поверхности катания.

Глухой дребезжащий звук служит одним из признаков ослабления посадки бандажа. Другим признаком ослабления посадки является проворот бандажа относительно колесного центра, определяемый по контрольным меткам, нанесенным на бандаже и колесном центре.

На подрезиненных колесах проверяют состояние резиновых вкладышей, убеждаются в отсутствии их сдвига и проворота, расслоения, выкрашивания, отслоения резины от арматуры в видимой зоне между ободом центрального диска и колесным центром или нажимной шайбой.

Осматривают нажимные диски, шпильки, гайки, стопорные пластинчатые шайбы. Убеждаются в отсутствии трещин, ослабления креплений и других повреждений, в наличии нормированного зазора между колесными центрами и центральными дисками. Контролируют состояние и крепление гибких медных шунтов на центральном диске и колесном центре.

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит колесная пара?
2. На какие части условно делится ось и каково их назначение?
3. В чем преимущество цельнокатаных колес?
4. Каковы особенности подрезиненного колеса, в чем преимущества и недостатки его конструкции?
5. Какие дефекты могут возникнуть на поверхности катания колеса?
6. Для чего на подрезиненном колесе устанавливают медные шунты?
7. По каким признакам определяют ослабление посадки бандажа колеса?
8. В чем состоит уход за осями и колесами в эксплуатации?

§ 5. Буксовые узлы

Устройство и монтаж буксового узла. Осевые буксы вагонов служат для передачи веса кузова с тележками на шейки осей колесных пар, а также тяговых и тормозных усилий от колесных пар на рамы тележек.

Букса (рис. 11) имеет стальной литой корпус 1, внутри которого размещены два цилиндрических роликовых подшипника 2, благодаря которым износ шейки оси 7 колесной пары практически отсутствует, так как во время вращения оси трение происходит между роликами и наружными поверхностями внутренних колец подшипника, насаженных на шейку оси.

Буксовый узел собирают в такой последовательности: на предподступичную часть оси насаживают лабиринтный воротник 3, предотвращающий попадание в буксу грязи и вытекание из нее смазки. Далее на шейку оси последовательно устанавливают внутреннее кольцо 18 заднего подшипника, малое дистанционное кольцо 16, внутреннее кольцо 14 переднего подшипника и упорное кольцо 13, после чего на концевую часть оси навинчивают коническую осевую гайку 6 и затягивают ее.

Лабиринтный воротник и внутренние кольца подшипников перед посадкой на шейку оси нагревают в масляной ванне до температуры 100—120 °С. Дистанционное и упорное кольца устанавливают в холодном состоянии.

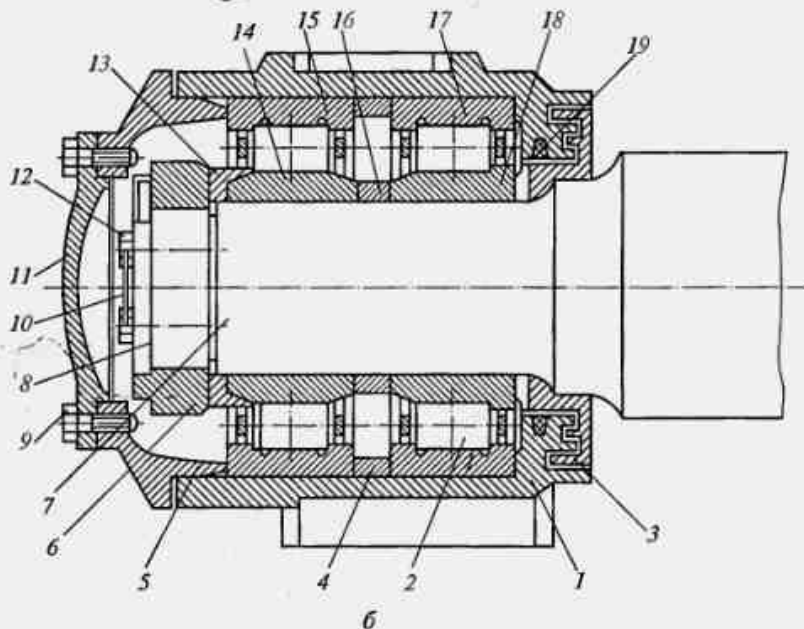
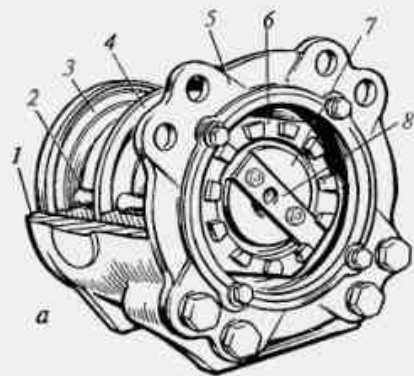


Рис. 11. Букса вагона:

а — вид с вырезанным корпусом и снятой смотровой крышкой; *б* — разрез

По мере остывания внутренних колец подшипника осевую гайку *б* подтягивают, что необходимо для плотного прилегания торцовых поверхностей малого дистанционного кольца к внутренним кольцам подшипников и внутреннего кольца заднего подшипника к лабиринтному кольцу. После остывания колец гайку и упорное кольцо снимают.

Заложив в канавку горловины корпуса буксы войлочное кольцо *19* (для лучшего уплотнения) и смазав стенки горловины тонким слоем масла, опускают в нее на свободной посадке (под собствен-

ным весом) блок заднего подшипника (наружное кольцо *17* с роликами *2*), большое дистанционное кольцо *4* и блок переднего подшипника (наружное кольцо *15* с роликами).

Между роликами и кольцами подшипников, а также в канавки лабиринтного уплотнения закладывают консистентную (густую) смазку.

Корпус буксы вместе с собранными в нем деталями надевают на внутренние кольца подшипников, после чего устанавливают упорное кольцо, навинчивают, затягивают и крепят осевую гайку.

В коронке осевой гайки имеется одиннадцать прорезей, в которые должен попасть хвостовик стопорной планки *8*, закладываемой в паз на торце оси. Стопорную планку удерживают в пазу два болта *12*, которые затягивают проволоочной «восьмеркой» *10*.

Наружные кольца подшипников и большое дистанционное кольцо стягивают крышкой *5*, которую крепят к корпусу буксы восемью болтами. Между торцом корпуса буксы и фланцем крышки должен быть одинаковый по всей окружности крышки зазор от 0,5 до 3 мм, что говорит о надежном закреплении наружных колец подшипника.

Собранный буксовый узел закрывают контрольной (смотровой) крышкой *11*, которую привинчивают к крышке *5* болтами *9*.

Правильность монтажа буксы проверяют по легкости проворота ее от руки.

Разборку буксового узла осуществляют в обратном порядке.

Уход за буксовыми узлами. В процессе эксплуатации проверяют нагрев букс, состояние крепления буксового узла, убеждаются в отсутствии течи смазки, которая возможна при трещинах, сколах и неплотном прилегании крышек, а также через лабиринтный воротник.

При нормальной работе роликовой буксы температура ее наружных поверхностей не должна превышать более чем на 35 °С температуру окружающей среды. Чрезмерное нагревание буксовых узлов с роликовыми подшипниками может быть вызвано следующими причинами: недоброкачеством и недостаточным количеством смазки, повреждением роликовых подшипников, попаданием в подшипники песка и механических примесей, неправильной сборкой подшипников и других деталей узла.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение осевых букс вагона?
2. Какие детали входят в буксовый узел?
3. В какой последовательности производят сборку буксового узла?
4. На что необходимо обращать внимание при осмотре буксового узла?
5. Чем вызывается нагрев букс в эксплуатации?

§ 6. Рессорное подвешивание кузова

Назначение и устройство. Рессорное подвешивание — это упругое устройство, которое служит для смягчения и частичного гашения колебаний, вызываемых неровностями пути, для обеспечения плавного хода вагона и возвращения кузова в нормальное положение после прохода кривого участка пути. В качестве рессор применяют цилиндрические пружины, изготовленные путем закрутки стального прута.

На вагонах метрополитена применяют двойное рессорное подвешивание: буксовое и центральное. Оно состоит из двух последовательно работающих ступеней.

Буксовое подвешивание (рис. 12) служит для подрессоривания рамы тележки относительно колесных пар и пути.

Корпус буксы имеет два крыла 13, на которые установлены комплекты из двух пружин, вставленных одна в другую. Пружины навиты из прутков стали диаметром 27 мм у наружной 4 и 17 мм у внутренней 9, причем наружную пружину делают правой навитки, а внутреннюю — левой с тем, чтобы при сжатии одна служила направляющей для другой и витки не западали друг в друга.

Гибкость рессор буксового подвешивания составляет 1,6 мм/т, т. е. при массе груза в вагоне, равной 1 т, просадка рессор составляет 1,6 мм. Высота комплекта пружин под тарой вагона — 233 мм.

Комплект пружин опирается на нижнюю и верхнюю опоры с выступами для центрирования внутренних пружин. Между рамой тележки 8 и верхней опорой для устранения металлического контакта устанавливают резиновую прокладку 7 толщиной 33 мм; эта

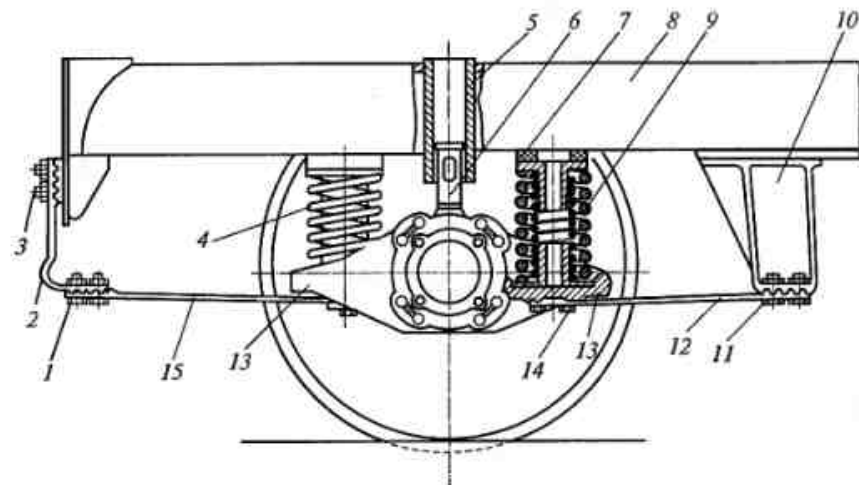


Рис. 12. Буксовое подвешивание вагона

прокладка снижает также шум от ударов колес о стыки и неровности рельсового пути во время движения.

Тяговые и тормозные усилия от корпуса буксы на раму тележки передаются через плоские пружинные поводки. Каждую колесную пару соединяют с рамой тележки тремя поводками: двумя прямыми 12 и 15 и одним изогнутым 2. Прямые поводки — это полосы шириной 90 мм и толщиной в середине 7 мм, а по концам 14 мм. Изогнутый поводок, имеющий такое же сечение, является компенсирующим при опускании рамы тележки под нагрузкой.

В местах соединения поводков друг с другом, с кронштейнами рамы тележки, с крыльями буксы нарезаны трапециевидные зубья высотой 6 мм и просверлены отверстия под болты 1, 3, 11 и 14. Трапециевидная форма зубьев обеспечивает плотное и прочное соединение поводков с кронштейнами рамы и крыльями буксы, которые также имеют зубчатую гребенку.

Такое соединение колесной пары с рамой тележки обеспечивает свободное перемещение рамы в вертикальной плоскости за счет упругой деформации поводков, ограниченное перемещение колесной пары (разбег) поперек пути пропорционально горизонтальной нагрузке и отсутствие перемещения вдоль пути.

Поводки работают в крайне тяжелых и сложных условиях: так, при тяге или торможении одни поводки растягиваются, а другие работают на продольное сжатие с изгибом, и наоборот, при просадке рамы тележки они изгибаются в вертикальной плоскости. Возможны случаи, когда несколько нагрузок действуют одновременно. Наиболее нагруженным в этих условиях является поводок 12, соединяющий буксу с кронштейном 10.

Наверху к корпусу буксы приварен штырь 6, который служит предохранителем на случай излома поводков и потери связи колесной пары с рамой тележки.

Штырь входит внутрь втулки 5, сваренной в продольную балку рамы тележки. Между втулкой рамы и предохранительным штырем имеется радиальный зазор. При поломке поводков рама тележки торцами втулок опирается на площадку штыря.

Центральное подвешивание служит для подрессоривания кузова относительно рамы тележки.

Кузов вагона опирается на центральные балки 2 (рис. 13), расположенные в проемах рам тележек между поперечными балками 1 и имеющие относительно них свободный ход. Опор три: одна пятниковая 3, расположенная в центре, и две боковые, роликовые 4 — по концам балок. Опоры центрального подвешивания позволяют тележкам поворачиваться в горизонтальной плоскости и перемещаться продольно относительно рамы кузова при движении вагона в кривых участках пути.

Пятниковая опора состоит из пятника 3 (рис. 14), подпятника 2 с резиновым амортизатором 5, шкворня 4 с чехлой 8. Пятник (рис. 15)

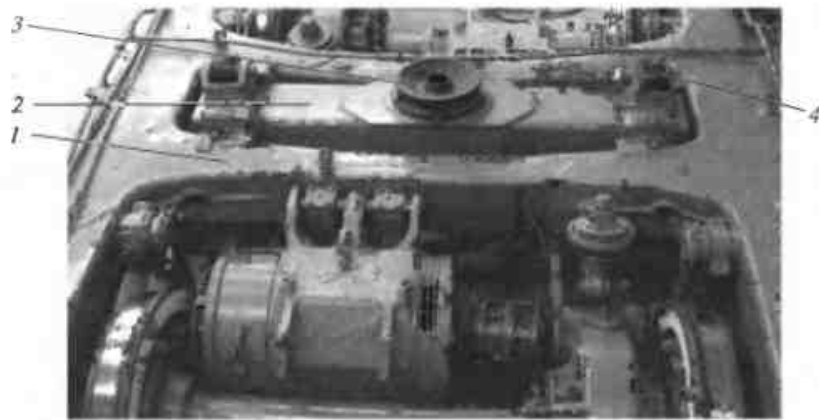


Рис. 13. Центральная балка тележки с опорами для кузова

изготовлен из стального литья и представляет собой часть выпуклой сферы 1 с фланцем 2 для крепления к шкворневой балке рамы кузова. Подпятник также представляет собой часть сферы, только вогнутой (в виде чаши). В середине сферы в нижней части подпятника имеется центрирующий выступ, который входит в отверстие резинового амортизатора, размещенного в специальном гнезде центральной балки 9 (см. рис. 14). Резиновый амортизатор подпятника представляет собой резиновую шайбу, армированную с обеих сторон для предохранения от изнашивания стальными листами. Толщина амортизатора 36—30 мм.

Центральную балку тележки соединяют со шкворневой балкой рамы кузова стальным шкворнем 4 диаметром 55 мм и длиной 550 мм. Верхний конец шкворня имеет головку, которой он опирается на пружину, а нижний — выступает из центральной балки и закрепляется чекой. Шкворень опускают через люк в полу

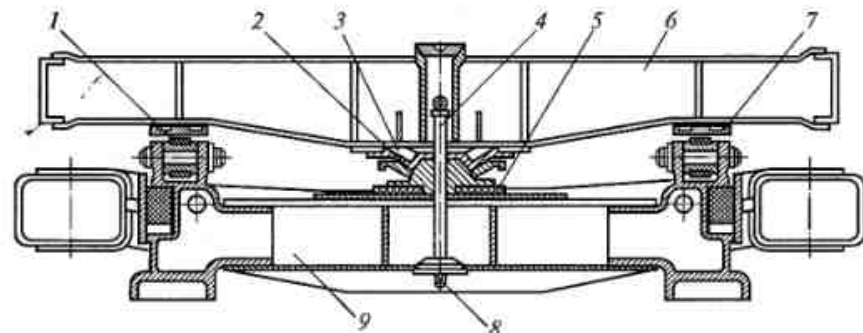


Рис. 14. Узлы опоры кузова на тележку

вагона. Сверху к головке шкворня приварено ушко, с помощью которого его вынимают из гнезда.

Смазку в пятник заливают также через люк в полу вагона. Через отверстие в пятнике она попадает в кольцевые и радиальные канавки подпятника. При перемещении подпятника по подпятнику происходит смазывание рабочих поверхностей.

Боковые роликовые опоры (скользуну) являются дополнительными опорами кузова, обеспечивающими его устойчивость при прохождении вагоном кривых участков пути, и, кроме того, обеспечивают равномерное распределение веса кузова между колесными парами.

Боковые опоры состоят из пластинчатых наличников 7 (см. рис. 14), приваренных к шкворневой балке 6 рамы кузова, и роликов 1, которые размещены в литых коробках, приваренных по концам центральной балки тележки. Ролики обрешинены, что исключает непосредственный контакт металлических деталей и затрудняет распространение звука от ходовых частей в кузов вагона. Из-за трения в боковых опорах уменьшается боковая качка вагона и влияние тележек, что улучшает плавность хода. На валике ролика имеется с наружной стороны пресс-масленка для подачи густой смазки через каналы под его металлическую часть, что предотвращает попадание смазки на резину.

На вагонах получает внедрение более простая и удобная в эксплуатации так называемая «чечевичная» конструкция боковых опор. В те же литые коробки на концах центральной балки тележки вваривают стальные вставки с вогнутой сферической поверхностью, являющейся опорой для скользящего. Скользящий же выполнен из полиамидного материала и имеет с одной стороны выпуклую сферу, которой опирается на вогнутую сферическую поверхность вставки, а с другой стороны — плоскость, на которую опирается пластинчатый наличник шкворневой балки рамы кузова.

Центральные балки связаны с рамами тележек через рессорные узлы, которые называются центральным подвешиванием.

Узел центрального подвешивания (рис. 16) устроен следующим образом. На поперечных балках рамы тележки на составных подвесках, состоящих из рамок 5 и серег 3, висят два поддона-балансира 13. На каждый поддон установлено по два комплекта двойных пружин 10 и 11, на которые опирается центральная балка 7.

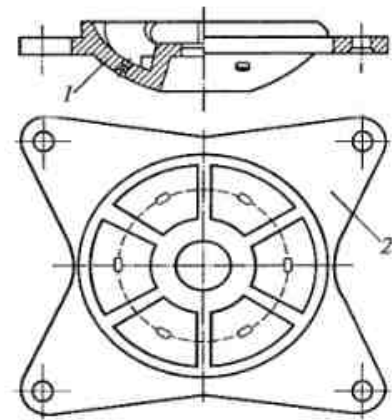


Рис. 15. Пятник опоры кузова

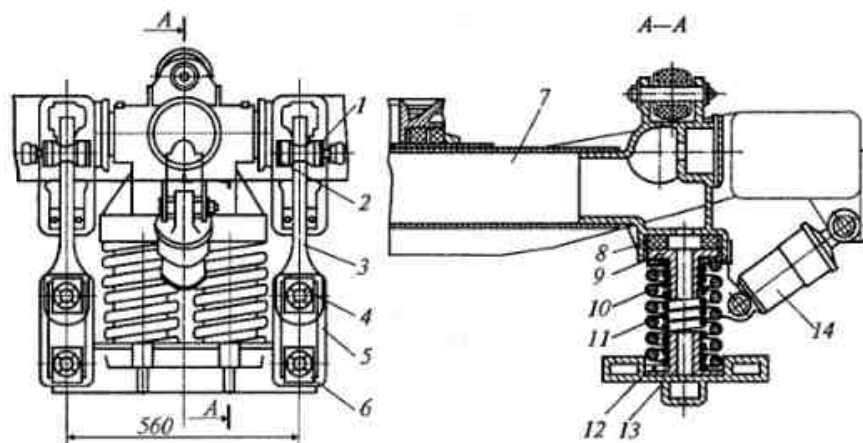


Рис. 16. Узел центрального подвешивания кузова

Нагрузка от кузова передается через центральную балку, комплекты пружин, поддон и подвески на раму тележки и далее через буксовое подвешивание на ось колесной пары и на рельсы.

Поддон-балансир (рис. 17) представляет собой массивную фасонную плиту, на верхней плоскости которой имеются два гнезда-углубления 2 для пружин. По концам поддона сделаны два массивных ушка 1 с отверстиями 3, в каждое из которых вставлено по валуку 6 (см. рис. 16) с прямоугольными головками, в выемки которых установлены нижние горизонтальные части рамок 5. Аналогичным образом на валике 4, пропущенном через отверстие нижнего шарнира серьги 3, укреплена верхняя горизонтальная часть рамки. Рамки могут совершать колебательные движения в различных направлениях.

С помощью верхнего шарнира серьгу навешивают на валик 1 центрального подвешивания, установленный в гнезде поперечной балки тележки.

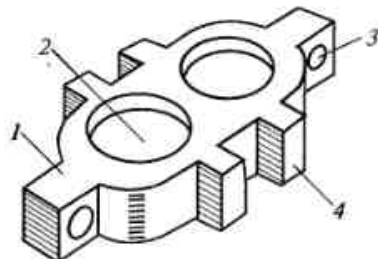


Рис. 17. Поддон-балансир:
1 — ушко; 2 — гнездо-углубление;
3 — отверстие; 4 — выступ

Такая составная подвеска в местах сочленения имеет шарниры, обладающие хорошей подвижностью в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Это улучшает динамику боковых отклонений кузова при входе тележки в кривые участки пути.

Для смягчения жестких ударов серьги о раму тележки в гнездах поперечных балок установлены резиновые упоры 2, облицованные стальной пластиной.

Комплект пружин состоит из наружной пружины 10, выполненной из прутка диаметром 30 мм правой навивки, и внутренней 11 диаметром прутка 20 мм левой навивки. Для направления внутренних пружин комплекта служат верхние 9 и нижние 12 опоры. Гибкость пружин центрального подвешивания составляет 2,2 мм/т. Высота пружин под тарой вагона 282 мм. Между центральной балкой и пружиной установлены резиновые прокладки 8, имеющие то же назначение, что и резиновые прокладки в буксовом подвешивании.

В процессе эксплуатации допускается для регулирования положения кузова относительно рамы тележки устанавливать дополнительные прокладки под центральную балку.

На боковых плоскостях поддона предусмотрено по два выступа 4 (см. рис. 17), которыми в случае обрыва подвесок, излома валиков поддон-балансир ляжет на две предохранительные скобы (на рис. 17 не показаны), что предотвращает падение деталей на путь. Скобы крепят специальными кронштейнами, закрепленными на раме тележки.

Расстояние между предохранительными скобами и поддоном, которое должно быть 15—25 мм, регулируют, устанавливая деревянные прокладки на предохранительные скобы.

С обеих сторон каждой тележки между центральной и продольными балками расположены гидравлические гасители колебаний 14 (см. рис. 16). Они предназначены для гашения горизонтальных и вертикальных колебаний кузова и потому установлены под углом 35° к горизонтали. Пружины центрального подвешивания плохо самоуспокаиваются и, если не применять гидравлические гасители, кузов будет при движении раскачиваться.

В гидравлическом гасителе колебаний (рис. 18) происходит последовательное перемещение вязкой жидкости из одной полости в другую с помощью поршня через узкие щелевые каналы (дрессельные отверстия). При дросселировании жидкости вследствие вязкого трения возникает сила, препятствующая перемещению поршня.

Гаситель (рис. 18, а) состоит из рабочего цилиндра 9, в котором перемещается поршень с чугунным уплотнительным кольцом 11. В поршне и днище рабочего цилиндра расположены пластинчатые клапаны, закрепленные специальными гайками. Клапаны состоят из стакана, в котором расположено 8—12 регулировочных прокладок толщиной 0,18—0,20 мм, дроссельной прокладки, опорной шайбы и нажимной пружины.

Рабочий цилиндр 9 вставлен в наружный цилиндр 10. Между цилиндрами имеется дополнительная полость, в которую заливают 0,43 л приборного или веретенного масла. Верхнюю часть рабочего цилиндра закрывают крышкой 7 с уплотнительной прокладкой 8.

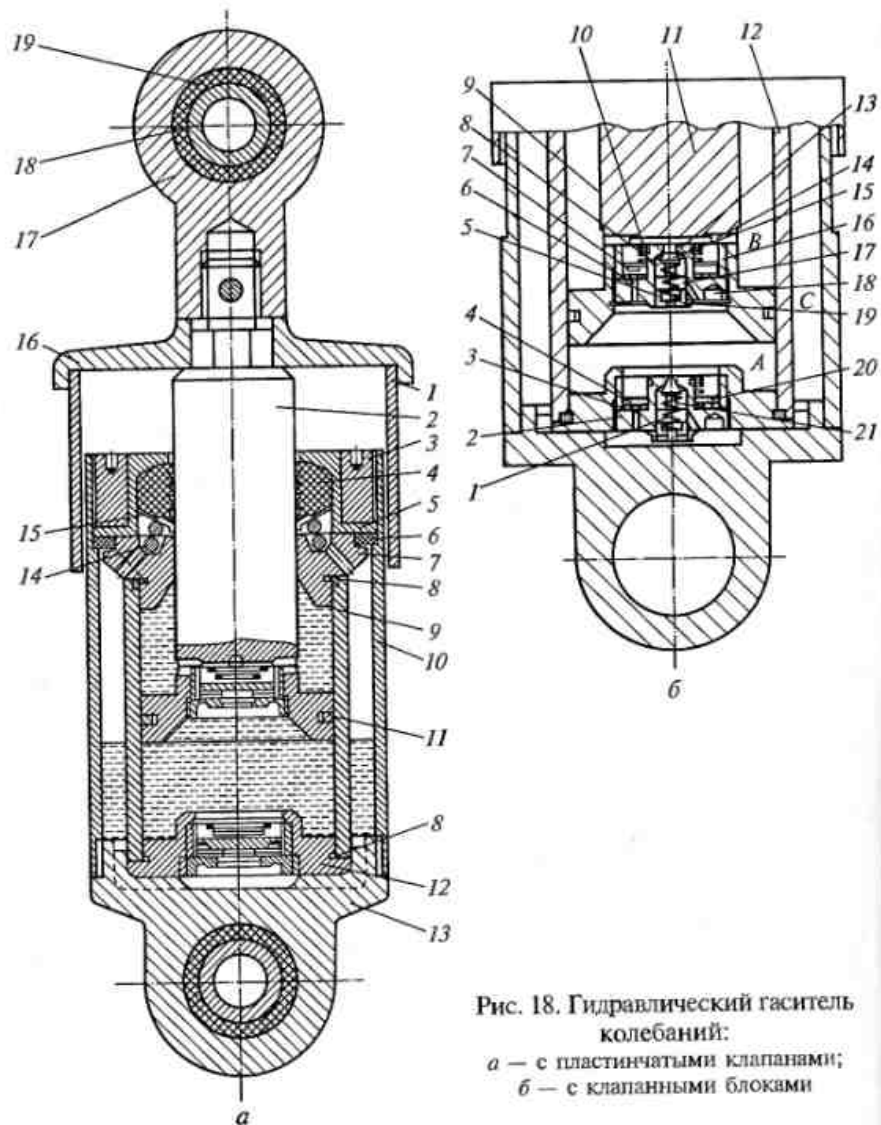


Рис. 18. Гидравлический гаситель колебаний:
а — с пластинчатыми клапанами;
б — с клапанными блоками

Уплотнение штока 2 поршня осуществляется резиновым маслостойким сальником 4, который снизу поджимается нажимной шайбой 15 и пружиной 14, а сверху — фасонной тарельчатой шайбой 5 и гайкой 3, ввернутой в наружный цилиндр 10.

Крышка 7 и сальник 4 служат направляющими для штока поршня. Для уплотнения резьбы гайки 3 применяют резиновое кольцо 6.

Внутренняя часть гасителя защищена от проникновения пыли и влаги наружным кожухом 1 и крышкой 16.

Верхней головкой 17 гаситель крепят к кронштейну на продольной балке рамы тележки, а нижней — к кронштейну центральной балки двумя болтами, проходящими сквозь отверстия в головках. Для компенсации возможных перекосов при сборке, а также для гашения мелких колебаний во время движения тележки в отверстия вставляют резиновые втулки 19.

Внутренняя поверхность втулок для защиты от износа резины армирована стальной втулкой 18, в которую входит болт крепления гасителя.

При движении поршня вверх над ним в рабочем цилиндре 9 создается избыточное давление, а под ним — разрежение. При этом масло начинает перетекать из верхней части рабочего цилиндра в нижнюю через отверстия в клапане. Одновременно пространство под поршнем через нижний клапан 12 пополняется маслом из полости наружного цилиндра 10.

Работа гидравлического гасителя колебаний основана на способности клапанов дросселировать масло в любом направлении. Так, при появлении дополнительной нагрузки, сжимающей пружины центрального подвешивания, происходит сжатие гасителя, т. е. укорочение его высоты между верхней 17 и нижней 13 головками из-за движения поршня вниз. Масло, находящееся под поршнем, будет под давлением перетекать через клапан в надпоршневую полость. Все масло, перетекающее снизу, не может уместиться над поршнем и потому излишек его будет поступать через нижний клапан 12 в дополнительную полость между рабочим 9 и наружным 10 цилиндрами.

При исчезновении дополнительной нагрузки пружины центрального подвешивания освобождаются и поднимают кузов вагона вверх; происходит растяжение гасителя — шток с поршнем движется вверх. Вследствие этого масло из надпоршневой полости перетекает через клапан поршня в подпоршневую полость. Так как из-за неравенства объемов недостаточно перетекаемого масла, чтобы заполнить освобождающийся объем нижней полости, то масло будет поступать также из дополнительной полости через нижний клапан.

Быстрое перемещение штока поршня вверх встречает большое сопротивление вследствие медленного перетекания масла через отверстия в клапане поршня, а при перемещении вниз — от нижнего клапана. Этим достигается гашение колебаний рессор центрального подвешивания.

Усилие, развиваемое гасителем, зависит от амплитуды и частоты колебаний. Так, при 60 колебаниях в минуту и ходе штока 25 мм гаситель развивает силу сопротивления сжатию и растяжению, равную 3500—3800 Н (350—380 кгс). При увеличении частоты сила возрастает.

Регулировка амортизатора на заданные усилия производится путем изменения числа шайб толщиной 0,18—0,20 мм.

На вагонах получают применение гидравлические гасители с клапанными блоками (рис. 18, б). Каждый гаситель колебаний комплектуется двумя одинаковыми клапанными блоками: в поршне, между поршневой *A* и штоковой полостями *B*, и в днище цилиндра, между поршневой *A* и рекуперативной *C* полостями. В данной конструкции гасителя рабочая площадь в поршневой полости *A* примерно в 2 раза больше, чем в штоковой полости *B*.

Клапанный блок состоит из следующих деталей: корпуса *13*, шайбы *16*, конического клапана *15*, регулировочного винта *5*, упора *14*, пружин *9* и *8* и стопорного кольца *10*.

В корпусе *13* выполнено шесть сверлений *6* и наклонное сверление *17*. В шайбе *16* выполнено малое дроссельное отверстие *7*. В винте *5* выполнено центральное отверстие *19*. В корпусе *13* просверлены также два глухих отверстия *18* под специальный ключ для монтажа и демонтажа клапанного блока.

Клапанный блок представляет собой сочетание в одной конструкции двух клапанов: обратного и предохранительного. Обратный клапан образован шайбой *16*, поджимаемой к уплотнительному пояском корпуса *13* пружиной *9*. Предохранительный клапан образован конусом *15*, поджимаемым к седлу в центральном отверстии корпуса пружиной *8*. Усилие пружины регулируется винтом *5*, который для исключения против самоотвинчивания контрится после настройки завальцовкой в паз (кернением).

Гаситель колебаний работает следующим образом. При колебаниях кузова шток *11* гасителя совершает возвратно-поступательное движение относительно цилиндра *12*. При ходе сжатия уменьшается объем поршневой полости *A* и масло вытесняется из нее одновременно по двум направлениям — в камеры *B* и *C*.

Поскольку площадь поршневой полости примерно в два раза превышает площадь штоковой полости, примерно половина масла поступает в штоковую полость *B* через обратный клапан в поршне, т. е. по сверлениям *6* и через щель, образованную между поясками корпуса *13* и шайбой *16*, которая поднимается вверх усилием от давления масла. Другая половина вытесняемого масла поступает в рекуперативную полость *C* через дроссельное отверстие *4* и сверление *3*.

Таким образом, давление в поршневой полости зависит от расхода масла через дроссель *4*, т. е. от скорости движения штока. По мере увеличения скорости движения штока при сжатии возрастает давление в поршневой камере и соответственно возрастает усилие сопротивления, развиваемое гасителем.

Если скорость штока при сжатии превышает (0,04—0,05) м/с, давление в полости *A* повышается настолько, что усилие, отжимающее конический клапан *21*, превышает усилие пружины *1* и

открывается предохранительный клапан в днище цилиндра. При этом масло из поршневой полости *A* начинает вытесняться через дроссель *4* и через кольцевую щель между седлом в корпусе *2* и конусом *21*, и далее через центральное отверстие в винте и через наклонное отверстие в корпусе *2* в рекуперативную полость *C*. При максимальной рабочей скорости (около 0,08 м/с) усилие, развиваемое гасителем, ограничивается значением примерно 5000 Н (500 кгс) при настройке предохранительного клапана на 2,5 МПа.

При ходе растяжения объем поршневой полости *A* увеличивается, а полости *B* — уменьшается. Масло вытесняется из штоковой полости *B* через дроссель *7* клапанного блока в поршне, но так как площадь поршневой полости в 2 раза больше, чем штоковой, объем масла, вытесняемого из полости *B*, составляет половину объема, необходимого для заполнения объема полости *A*. В результате давление в полости *A* падает ниже атмосферного. Под действием перепада давлений открывается обратный клапан в днище цилиндра, и масло начинает поступать из рекуперативной полости *C* в поршневую полость *A* по сверлениям *3* и через щель между шайбой *20* и пояском корпуса *2*. Давление в штоковой полости *B* зависит от расхода масла через дроссель *7*, т. е. от скорости движения штока. С увеличением скорости движения штока увеличивается давление в штоковой полости и соответственно увеличивается усилие сопротивления, развиваемое гасителем. Когда давление масла на конический клапан *15* превысит усилие пружины *8*, откроется предохранительный клапан клапанного блока в поршне, и масло будет поступать в полость *A* параллельно с дросселем *7* через кольцевую щель между седлом в корпусе *13* и конусом *15* и далее через центральное отверстие *19* в винте *5* и через наклонное сверление *17* в корпусе *13*. Так же, как и в случае сжатия гасителя, усилие, развиваемое им при растяжении, будет ограничиваться настройкой предохранительного клапана.

В эксплуатации можно убедиться в годности гасителя, не снимая его с тележки. Для этого отсоединяют верхнюю головку от кронштейна рамы тележки и с помощью ломика вручную прокачивают гаситель. Шток нормально работающего гасителя после двух-трех ходов перемещается туго и плавно. В неисправном гасителе шток идет рывками и свободно. Такие гасители снимают для ревизии.

Уход за рессорным подвешиванием. В процессе эксплуатации необходимо следить за состоянием шарнирных соединений и пружин, так как их износ вызывает перекашивание рессорного подвешивания. Это приводит к неравномерной нагрузке колесных пар и повышенному их боксованию, что является причиной интенсивного износа бандажей и повреждений тяговых двигателей.

Недопустимы изломы витков пружин, трещины, отколы, резкое различие расстояний между витками одной пружины, про-

садка по высоте, протертости, повреждения вследствие коррозии.

При осмотре гидравлических гасителей колебаний необходимо убедиться в надежности их крепления, отсутствии течи масла (е можно обнаружить по подтекам на нижней части кожуха). Проверяют состояние резинометаллических втулок и валиков. Зазор между ними не должен превышать допустимый.

Обращают внимание на состояние предохранительных устройств (скоб), так как в случае обрыва или излома они могут создать угрозу безопасности движения. Предохранительные скобы могут быть повреждены и в результате касания о них поддонов, поэтому необходимо проверять зазоры между ними.

Во время осмотра скользунов центральной балки и кузова, пятников и подпятников необходимо убедиться в отсутствии в этих деталях трещин и в прочности закрепления болтов. Очень важно добавлять смазку в масленку пятника регулярно, не допуская работы пятникового узла всухую, так как в этом случае поворот тележки затруднен. Кроме того, смазочные отверстия быстро забивает ржавчина и для очистки их необходимо поднимать кузов вагона.

Резиновые элементы рессорного подвешивания, имеющие трещины и расслоения, заменяют.

Проверяют состояние и крепление буксовых поводков, изломы и трещины не допускаются. Убеждаются в отсутствии соприкосновения предохранительного штыря и втулки продольной балки рамы тележки.

Ослабшие болты подтягивают, а гайки и болты с поврежденной резьбой заменяют. Каждый болт должен иметь шайбу, гайку и контргайку. У корончатых гаек не должен быть поврежден шплинт. Пружинные шайбы с отломленными усиками, а также изломанные шплинты заменяют. Шплинт должен утопать в шлицевой прорезе гайки не менее чем на $3/4$ своего диаметра, а концы его должны быть разведены на $60 - 70^\circ$. Повторное использование шплинтов не допускается.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении рессорного подвешивания кузова. Почему подвешивание называется двойным?
2. Для чего применяется узел буксового подвешивания? Каковы его основные элементы?
3. Каким образом передаются тяговые и тормозные усилия с колесной пары на раму тележки?
4. Для чего и где установлены резиновые прокладки в узле буксового подвешивания?
5. Для каких целей к корпусу буксы приварен штырь?
6. Сколько опор имеет кузов и как они называются?

7. Как соединяется центральная балка с рамами кузова и тележки?
8. Расскажите о назначении узла центрального подвешивания.
9. Перечислите детали узла центрального подвешивания.
10. Каким образом передается нагрузка от кузова вагона на рельсы?
11. Как обеспечивается подвижность кузова относительно тележки?
12. С какой целью и где на вагоне установлен гидравлический гаситель колебаний?
13. В чем состоит принцип работы гидравлического гасителя колебаний?
14. Как проверить годность гасителя колебаний без снятия его с тележки?
15. С какой целью установлены предохранительные скобы центрального подвешивания?
16. В чем заключается уход за рессорным подвешиванием кузова?

§ 7. Тяговая передача и узел подвешивания редуктора

Тяговая передача предназначена для усиления вращающего момента и передачи его с вала тягового двигателя на ось колесной пары.

Тяговая передача (рис. 19) состоит из тягового редуктора 3, смонтированного на оси колесной пары 4, и карданной муфты 2, соединяющей вал тягового двигателя 1 с валом редуктора.

Тяговый редуктор. Основным узлом редуктора является одноступенчатая зубчатая передача (рис. 20), состоящая из ведущего (шестерни) 1 и ведомого (большого зубчатого) 2 косозубых цилиндрических колес.

В косозубых передачах в зацеплении находятся одновременно не менее двух зубьев, что уменьшает нагрузку на них; передача приобретает спокойный, без ударов ход, снижается уровень шума.

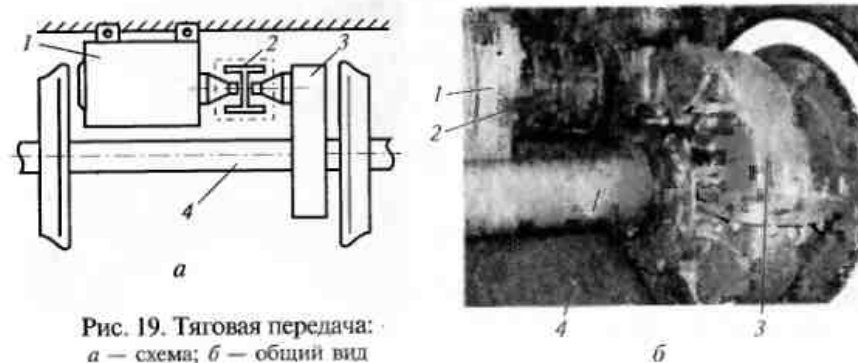


Рис. 19. Тяговая передача: а — схема; б — общий вид

Ведущая шестерня выполнена заодно с валом и соединена через карданную муфту с валом двигателя. Ведомое колесо напрессовано на удлиненную ступицу первого колесного центра.

Основной характеристикой тягового редуктора является *передаточное число*, которое показывает, во сколько раз вращающий момент M_2 на оси колесной пары больше вращающего момента M_1 на валу тягового двигателя. Передаточное число равно 5,33, т. е.

$$\frac{M_2}{M_1} = 5,33.$$

Одновременно с увеличением вращающего момента на оси колесной пары уменьшается частота ее вращения n_2 .

Соответственно между размерами шестерни и большого зубчатого колеса, а также частотами их вращения существует аналогичная зависимость:

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2} = 5,33.$$

Отношение диаметров может быть заменено равнозначным отношением числа зубьев большого зубчатого колеса и шестерни:

$$\frac{Z_2}{Z_1} = 5,33.$$

Зубчатая передача — большое зубчатое колесо 1 (рис. 21) и шестерня 4 — заключена в корпус из алюминиевого сплава — силу-

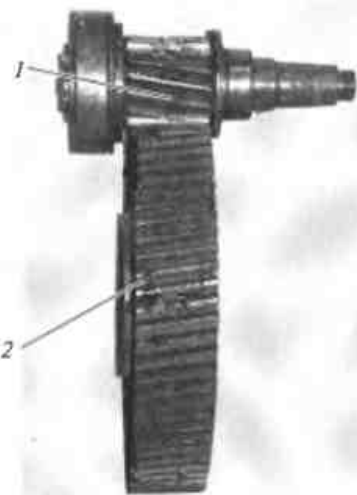


Рис. 20. Зубчатая передача

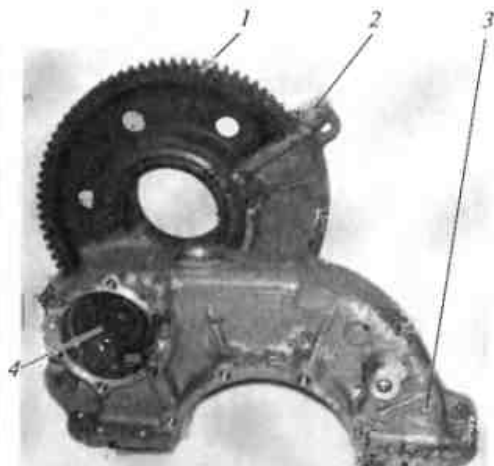


Рис. 21. Корпус тягового редуктора

мина. Корпус представляет собой массивную коробку, состоящую из двух половин 2 и 3.

Фланцы верхней 6 (рис. 22) и нижней 1 половин корпуса соединены болтами 10.

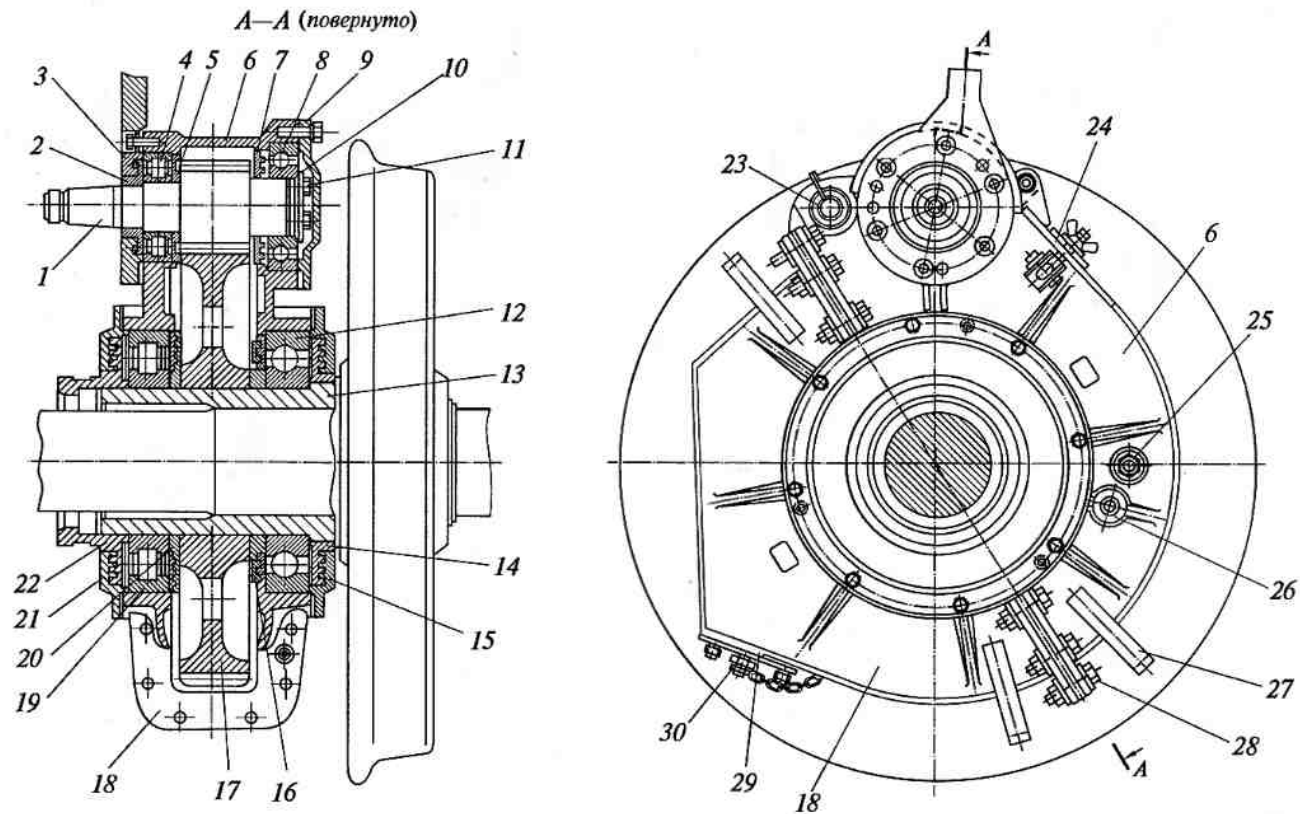
Тяговый редуктор состоит из следующих элементов: большого зубчатого колеса 26, напрессованного на удлиненную ступицу 22 первого колеса или втулку на оси колесной пары; шестерни, выполненной заодно с валом 11 и находящейся в зацеплении с зубчатым колесом; двух больших подшипников — шарикового 21 и роликового 27, также напрессованных на удлиненную ступицу колеса; двух больших лабиринтных крышек 24 и 29 с лабиринтными кольцами 23 и 30; двух уплотнительных колец 25 и 28 раздельной смазки, установленных с внутренней стороны больших подшипников; двух малых подшипников — шарикового 17 и роликового 14, напрессованных на вал шестерни 11; уплотнительных колец 16 и 15 раздельной смазки, расположенных с внутренней стороны малых подшипников; запорного лабиринтного кольца 12, установленного с наружной стороны малого роликового подшипника; шайбы 19 и трех болтов 20, крепящих малый шариковый подшипник; крышек 18 и 13, прижимающих наружные кольца малых подшипников и тем самым фиксирующих малую шестерню в верхней половине 6 корпуса редуктора.

Тяговый редуктор имеет систему раздельной смазки. Она заключается в том, что полости подшипников заполняют консистентной (густой) смазкой 1-13 или 1-ЛЗ, а в полость редуктора заливают гипоидную (жидкую) смазку — нигрол. Нижняя часть большого зубчатого колеса должна находиться в смазке.

Полости друг от друга отделены лабиринтными уплотнителями раздельной смазки. В процессе эксплуатации густую смазку дополняют с помощью шприцев через пресс-масленки, установленные в крышках редуктора.

Через люк 5 в верхней половине корпуса редуктора осматривают зубья передачи и добавляют в редуктор смазку. Через люк 2 на торцевой стенке нижней половины корпуса можно осматривать зубья большого колеса, а также сливать загрязненную смазку. В крышке люка имеется резьбовое отверстие для контроля объема смазки, заливаемой в редуктор. Отверстие закрывают пробкой 3, прикрепленной к корпусу редуктора цепочкой. Снаружи к каждой половине корпуса приварены ручки 9.

На боковой стенке верхней половины корпуса имеются два резьбовых отверстия: в одно из них 8 ввертывают палец для крепления заземляющего устройства, в другое 7 — сапун. Сапун сообщает внутреннюю полость редуктора с атмосферой, что необходимо для предотвращения возможного выброса смазки через лабиринтные уплотнения под действием избыточного давления газов внутри редуктора, возникающего при его работе.



В верхней половине корпуса снаружи валом шестерни имеется проушина для крепления редуктора к раме тележки, выполненная в виде двух толстых ребер 4 с отверстиями под шаровые подшипники.

Узел подвешивания редуктора. Корпус редуктора, опирающийся на подшипники 21 и 27 (см. рис. 22) и поворачивающийся на них вокруг оси колесной пары, подвешивают к поперечной балке рамы тележки с помощью специальной сочлененной подвески, назначение которой — поддерживать вал ведущей шестерни редуктора на одном уровне с валом тягового двигателя.

Узел подвешивания редуктора (рис. 23) состоит из штампованной серьги 9, подвесного стержня 7 с двумя гайками 4 и 6 и двумя резиновыми амортизаторами 5. Подвесной стержень соединен с серьгой с помощью шарового подшипника 8 марки ШС-40. При этом наружное кольцо шарового подшипника составляет одно целое с подвесным стержнем, а внутреннее его кольцо — одно целое

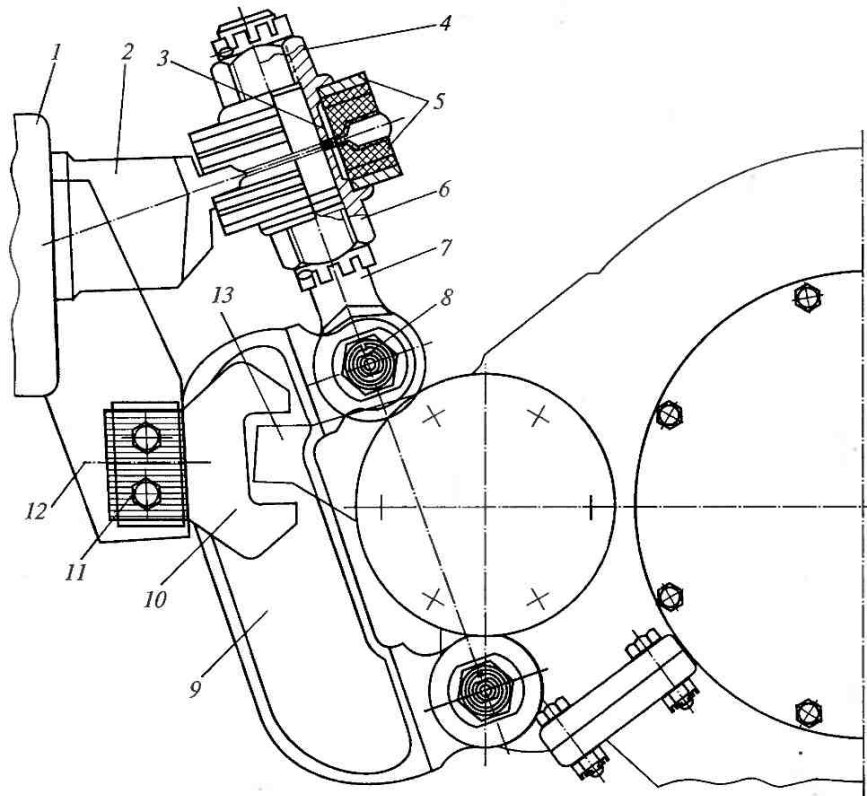


Рис. 23. Узел подвешивания тягового редуктора

с серьгой. Относительно друг друга стержень и серьга могут перемещаться по шаровой поверхности.

В нижней точке серьгу соединяют с корпусом редуктора с помощью второго шарового подшипника. При этом внутреннее его кольцо составляет одно целое с корпусом редуктора, а наружное — одно целое с серьгой.

Корпус редуктора может поворачиваться на шаровом подшипнике во всех направлениях относительно оси колесной пары в зависимости от прогиба рессор буксового подвешивания.

Подвесной стержень 7 проходит сквозь отверстие в литом кронштейне 2, сваренном в поперечную балку 1 рамы тележки. Кронштейн оканчивается плитой, наклоненной к горизонту под углом 18°. На такой же угол отклонена от вертикали осевая линия подвески, чем обеспечивается минимальное вертикальное расхождение между валами шестерни и тягового двигателя при просадке буксовых рессор. Плита служит опорой для двух резиновых амортизаторов 5, расположенных на ней сверху и снизу и представляющих собой круглые резиновые шайбы. Резиновые амортизаторы обеспечивают смягчение вертикальных и боковых нагрузок, действующих на систему подвески редуктора и на кронштейн поперечной балки при прохождении неровностей пути.

К резиновым шайбам с обеих сторон привулканизированы стальные накладки, предохраняющие их от истирания. Амортизаторы прижимаются к плите двумя гайками: верхней 4 на меньшей резьбе и нижней 6 на большей резьбе стержня подвески. Затяжка гаек должна быть достаточной, но не чрезмерной, чтобы сохранить податливость резины. Это необходимо потому, что подвеска в верхней точке опоры на раму тележки должна так же поворачиваться относительно плиты кронштейна, как и в нижней точке соединения с редуктором, а возможность такого поворота обеспечивается только благодаря гибкости амортизаторов.

Подбором длины хвостовиков гаек можно создать нужную степень затяжки резины и ограничить ее заданным значением. В некоторых случаях между этими упорными хвостовиками ставят регулировочные прокладки 3 в виде колец. Для контроля степени затяжки гаек измеряют высоту амортизаторов в сборе, которая должна быть в пределах 94 ± 1 мм. Гайки крепят шплинтами. Гайками регулируют положение редуктора, а также и вала ведущей шестерни по высоте относительно вала тягового двигателя.

Чтобы поднять корпус редуктора, необходимо отпустить нижнюю гайку и подтянуть верхнюю. Регулировка должна обеспечивать расположение вала шестерни на свободной (без кузова) тележке ниже вала тягового двигателя на 3—4 мм. Тогда при опущенном на тележку кузове этот размер уменьшится на 1—1,5 мм, а при полной нагрузке с пассажирами вал тягового двигателя окажется ниже вала шестерни на 1—1,5 мм.

Таким образом вал тягового двигателя при просадке рессор опускается на большую величину, чем вал редуктора. Это происходит потому, что подвеска редуктора занимает наклонное положение и в процессе просадки изменяется ее угол наклона.

Высота нижней точки корпуса редуктора над уровнем головок рельсов под тарой вагона при новых бандажах и колесах должна быть не менее 76 мм, а при предельно проточенных бандажах и колесах — не менее 45 мм.

На вагонах обеспечивается комплексное предохранение узла подвешивания редуктора, что предотвращает опускание редуктора вниз как в случае обрыва стержня или выхода из строя других деталей подвески, так и при поломке несущего кронштейна, сваренного в раму тележки.

Предохранительное устройство выполнено следующим образом. К поперечной балке 1 (см. рис. 23) рамы тележки рядом с кронштейном 2 подвески редуктора приварен штампованный угольник 12 с гребенчатой накладкой 11. В обеих деталях отверстия под болты выполнены продолговатыми в вертикальном направлении. К гребенчатой накладке прикреплен вилка 10, которая также имеет гребенчатую поверхность, благодаря чему может быть установлена на любом необходимом уровне.

Крышка редуктора, закрывающая роликовый подшипник вала шестерни, имеет специальный выступ 13 (хвостовик), который должен поместиться в середине проема вилки. Между проемом вилки и выступом крышки редуктора имеется зазор, необходимый для свободного поворота корпуса редуктора при прогибе рессорного подвешивания. При обрыве деталей подвески выступ опирается на вилку и препятствует опусканию шестерни.

Уход за тяговым редуктором. Уход за редуктором во время эксплуатации заключается в регулярной проверке его состояния и объема смазки в кожухе, наблюдении за работой зубчатой передачи по звуку, проверке нагрева кожуха редуктора. Температура нагрева кожуха в зоне подшипника должна превышать температуру окружающей среды не более чем на 20 °С.

При осмотре редуктора убеждаются в отсутствии трещин и повреждений на его корпусе, крышках и запорном лабиринтном кольце. Проверяют надежность затяжки болтов, скрепляющих верхнюю и нижнюю половины кожуха редуктора, крепление заземляющего устройства, лючков, контрольных пробок, цепочки пробок. При обстукивании молотком болты должны издавать чистый металлический звук. Гайки и контргайки должны иметь шплинты. Ослабшие крепления подтягивают.

Убеждаются в отсутствии течи смазки через сапун, лабиринтные кольца и крышки подшипников, через крышки верхнего и нижнего люков редуктора.

Зубчатую передачу осматривают во время прокатки вагона. При этом проверяют плотность прилегания зубьев шестерни и зубчато-

го колеса. Трещины и надрывы в зубьях и у основания зубьев недопустимы. Оценивают на слух плавность работы зацепления (удары, стуки, вибрация, повышенный шум в зацеплении не допускаются).

Отвернув пробку нижнего лючка редуктора, проверяют наличие и состояние смазки. Проверяют резьбовые пробки в каналах для смазывания подшипника редуктора и смазку.

При осмотре узла подвешивания редуктора обращают внимание на состояние и крепление деталей подвески, резиновых амортизаторов, шпилек, гаек, контргаек, целостность резьбы. Проверяют наличие и правильность постановки шплинтов корончатых гаек стержня подвески редуктора. Убеждаются в отсутствии выработки в проушинах корпуса, шаровых подшипниках. Контролируют состояние и крепление вилки комплексного подвешивания редуктора. Между хвостовиком крышки и вилкой должен быть зазор.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен тяговый редуктор?
2. Что представляет собой зубчатая передача?
3. Что называется передаточным числом редуктора?
4. Из каких деталей состоит тяговый редуктор?
5. Почему в тяговом редукторе применена система раздельной смазки?
6. Для какой цели в корпусе редуктора установлен сапун?
7. Как подвешивается корпус редуктора к раме тележки и почему подвеска называется сочлененной?
8. Для чего в узле подвешивания редуктора установлены резиновые амортизаторы и что они собой представляют?
9. С какой целью осевая линия подвески редуктора отклонена от вертикали?
10. Как осуществляют регулировку по высоте вала шестерни редуктора относительно вала тягового двигателя?
11. Каким путем в эксплуатации обеспечивается подвижность корпуса редуктора относительно оси колесной пары?
12. Почему частота вращения колес меньше частоты вращения вала тягового двигателя? Во сколько раз?

§ 8. Карданная муфта

Устройство и принцип действия. Карданная муфта соединяет вал тягового двигателя с валом шестерни редуктора и служит для передачи тягового усилия от двигателя к колесной паре или в обратном направлении тормозного усилия от колесной пары к двигателю при электрическом торможении.

Тяговый двигатель укреплен на кронштейнах рамы тележки и полностью подрессорен вместе с ней на буксовых рессорах. Редук-

тор же укреплен на оси колесной пары. Вследствие этого в процессе движения вагона и при просадке буксовых рессор валы тягового двигателя 1 (рис. 24) и редуктора 2 смещаются в противоположные стороны относительно друг друга во всех направлениях. Поэтому возможно только шарнирное соединение валов, для чего и применена карданная муфта, допускающая параллельное смещение валов друг относительно друга до 8 мм, угловое смещение до 2,5°, взаимное продольное смещение (сближение и раздвижку валов) до 11 мм.

Карданная муфта (рис. 25) состоит из двух одинаковых полумуфт, соединяемых после установки на концах валов тягового двигателя и редуктора болтами. Это позволяет после разъединения половин муфты повернуть редуктор вниз на его подшипниках.

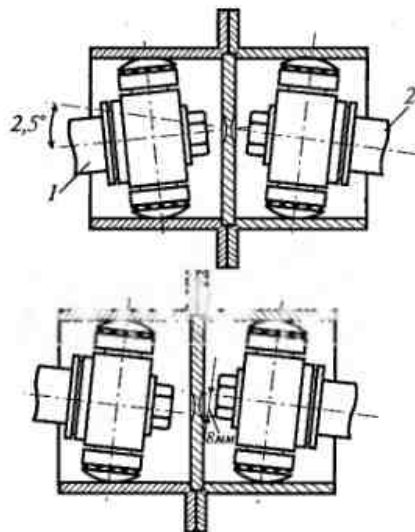


Рис. 24. Схемы, поясняющие работу карданной муфты

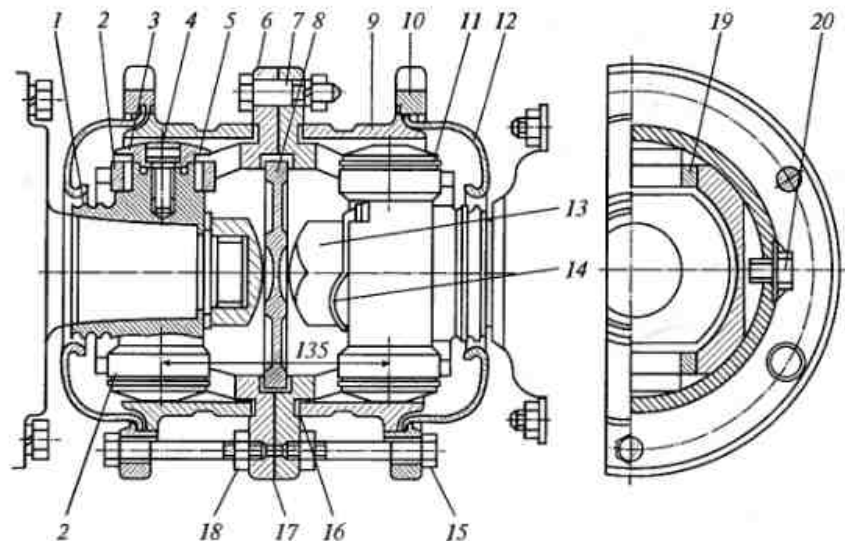


Рис. 25. Карданная муфта

Каждая из полумуфт состоит из кулачка 1 с двумя роликами 2 и двумя грибовидными колпачками 5, закрепительной гайки 13 с пластинчатой шайбой 14, вилки 6, стакана 9, закрепительного кольца 10, уплотнительного щита 12 и трех длинных болтов 15 с констриктивными гайками 18. При соединении полумуфт друг с другом устанавливают общую центрирующую шайбу 8 и уплотнительную прокладку 17 из прессшпана. Полумуфты соединяют болтами 7.

Кулачок 1 представляет собой втулку с двумя цапфами. Втулка имеет конусное отверстие (1:10) для горячей бесшпоночной посадки на конусный конец вала. Оси цапф перпендикулярны к оси отверстия. На цапфы надевают ролики 2 в виде колец. Между роликом и цапфой размещают иглы 3, применяемые обычно в игольчатых подшипниках. Иглы устанавливают вплотную друг к другу. По ним происходит вращение ролика на цапфе.

Для предотвращения сползания роликов с цапф под действием центробежной силы, возникающей при вращении муфты, ролики закрывают грибовидными колпачками 5, которые запрессовывают в гнезда цапф и крепят винтами 4 с пружинными шайбами. Чтобы уменьшить трение, между колпачком и торцевой частью ролика ставят упорный подшипник 11, состоящий из сепаратора и шариков.

Вилка 6 представляет собой открытый цилиндр с фланцем. По образующей цилиндра расположены два полуовальных выреза, в которых размещают ролики колпачка. Места упора роликов в боковые кромки вырезов, где осуществляется передача усилия, наплавляют твердым сплавом типа «Сормайт» и шлифуют.

Стакан 9, являющийся кожухом для полумуфты, выполнен в виде открытого полого цилиндра; он размещен на корпусе и перекрывает вырезы в нем. В стенках цилиндра имеются два резьбовых отверстия, закрываемых пробками 20. Через них добавляют смазку в полумуфту. Передний торец стакана упирается во фланец вилки, между ними для обеспечения плотности ставят прессшпановые прокладки 16. Задний торец стакана имеет небольшой бурт для крепления щита 12. По окружности щита предусмотрена кромка, которая, загибаясь, входит внутрь муфты, что препятствует выбросу смазки наружу. С помощью кольца 10 и трех длинных болтов 15 зажимают стакан и одновременно закрепляют уплотнительный щит. Для предотвращения отвертывания на болты ставят контргайки 18.

Кольцо 10 крепит уплотнительный щит к стакану и стакан к фланцу вилки.

Центрирующая шайба 8 применяется одна на две полумуфты; она представляет собой диск толщиной 14—16 мм. В средней части диска с обеих сторон вышлифованы вогнутые сферы — места упора шайбы в закрепительные гайки кулачков. Шайба центрирует собранные полумуфты. Для обеспечения точности соединения центрирующую шайбу выполняют под напряженную посадку в

вилки полумуфт. В шайбе сделаны четыре отверстия, через которые внутренние полости полумуфт сообщаются одна с другой.

Гайка 13 зажимает посаженный на вал кулачок, ее крепят пластинчатой шайбой 14, которая имеет две лапки, отгибающиеся в пазы на кулачке.

Все указанные детали изготовлены из стали и термически обработаны. Смазка, используемая в карданных муфтах, состоит из 3/4 густой и 1/4 жидкой смазок. В каждую полумуфту закладывают по 400—500 г смазки, добавляют смазку через пробки в стаканах.

Передача муфтой тягового усилия осуществляется следующим образом. Кулачок 1, насаженный на конус вала двигателя, вращаясь вместе с ним, передает вращение вилке 6 полумуфты со стаканом 9 через ролики 2 и упоры 19. Вилка первой полумуфты жестко соединена фланцем с вилкой второй полумуфты и передает вращение через упоры на кулачок, насаженный на конус вала шестерни, которая приводит во вращение зубчатое колесо редуктора вместе с колесной парой.

Вилки полумуфт со стаканами и центрирующая шайба являются подвижными элементами относительно кулачков и могут перемещаться вдоль валов, занимая в пространстве любое положение. Иными словами, карданная муфта представляет собой универсальный шарнир. Продольное перемещение определяет *разбег карданной муфты* и ограничивается упором центрирующей шайбы в одну или другую закрепительные гайки кулачков на торцах соединяемых валов. Этот разбег должен быть 5—7 мм. Разбег карданной муфты регулируют перемещением тягового двигателя на поперечной балке рамы тележки вдоль оси колесной пары.

Монтаж карданной муфты осуществляют следующим образом. После того как установлены на конусах валов шестерни редуктора и якоря двигателя закрепительные кольца с уплотнительными щитами, насажены и закреплены гайками кулачки, шестерню поднимают, поворачивая корпус редуктора вокруг своей оси, и соединяют его с узлом подвешивания. Затем, соблюдая зазор (в соответствии с нормами и допусками) между гайками вала шестерни и вала якоря двигателя, окончательно закрепляют двигатель на кронштейне и продолжают сборку карданной муфты. Вилки со стаканами надевают на кулачки и стяжными болтами через закрепительные кольца подтягивают уплотнительные щиты к фланцам вилок. После постановки центрирующей шайбы обе полумуфты скрепляют болтами. На этом заканчивается сборка карданной муфты. Остается установить ось вала шестерни ниже на 3—4 мм оси вала якоря, что осуществляют с помощью корончатых гаек узла подвески редуктора.

Уход за карданной муфтой. В эксплуатации проверяют нагрев карданной муфты. Он не должен превышать более чем на 20 °С температуру окружающей среды. Обращают внимание на правиль-

ность положения карданной муфты по отношению к валам редуктора и тягового двигателя. Контролируют легкость ее перемещения вдоль горизонтальной оси валов тягового двигателя и редуктора. Проверяют состояние и крепление уплотнительных щитов, колец, стаканов, стяжных и соединительных болтов, пробок. Убеждаются в отсутствии механических повреждений.

Контролируют разбег, несоосность валов редуктора и тягового двигателя в соответствии с нормами и допусками. Убеждаются в отсутствии выброса смазки из карданной муфты.

При необходимости добавляют смазку. Негодные детали (прокладки, болты, гайки) заменяют, ослабшие крепежные детали подтягивают, устанавливают недостающие шплинты.

Контрольные вопросы

1. Чем вызвана необходимость шарнирного соединения валов тягового двигателя и редуктора?
2. Как устроена карданная муфта?
3. Каким образом осуществляется передача тягового усилия с вала двигателя на вал редуктора?
4. Что понимают под разбегом карданной муфты и как его регулируют?
5. В какой последовательности собирают карданную муфту?
6. На что обращают внимание при осмотре карданной муфты?
7. Какой нагрев карданной муфты допускается в эксплуатации?
8. В чем заключается уход за карданной муфтой?

§ 9. Узлы подвешивания тягового двигателя и бруса токоприемника

Узел подвешивания тягового двигателя. Тяговый двигатель целиком подрессорен относительно колесной пары, так как подвешен к поперечной балке рамы тележки (без опоры на ось) на трех кронштейнах (рис. 26): двух верхних 3 и одном нижнем (совковом) 8, сваренных в поперечную балку 1 рамы тележки. Кронштейны оканчиваются опорными плитами, которые составляют одну плоскость, расположенную под углом 15° к вертикали.

Верхние кронштейны 3 стальные, литые, имеют основание в виде полого цилиндра, которым они сварены в стенки поперечной балки и этим как бы укрепляют стенки балки. Их опорные плиты, приподнятые кверху, имеют клиновидные окончания, на которые навешивают выступы предохранительных упоров («лапы») двигателя 4. При этом тяговый двигатель прочно удерживается на кронштейнах и нет необходимости в креплении его болтами.

Нижний упор 6 двигателя размещен в нижнем кронштейне 8, который приварен к поперечной балке рамы тележки и имеет форму

открытой коробки. Задняя наклонная стенка этой коробки служит опорной поверхностью для упоров двигателя, а боковые стенки, усиливающие кронштейн, шире упора и благодаря этому позволяют перемещать двигатель вдоль его оси. Для этого в боковые стенки ввернуты стопорные болты 7, которые упираются с двух сторон в нижний упор. Отвертывая один из болтов и подтягивая другой, можно перемещать двигатель в ту или иную сторону и этим регулировать разбег карданной муфты.

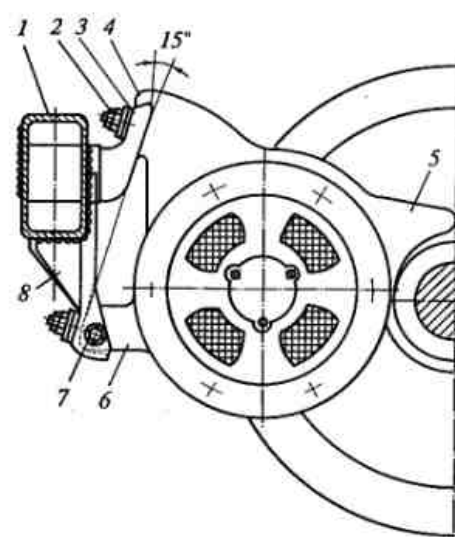


Рис. 26. Узел подвешивания тягового двигателя

После регулировки каждый стопорный болт фиксируют контргайкой, а тяговый двигатель закрепляют на месте тремя стяжными болтами 2, для которых в кронштейнах и упорах двигателя предусмотрены овальные отверстия. Стяжные болты фиксируют корончатыми гайками со шплинтами.

Конструкция такой (рамной) подвески позволяет регулировать положение тягового двигателя только в направлении вдоль его оси. Регулировать его положение по высоте и вдоль вагона не требуется благодаря обеспечению нормированного угла наклона опорных плит кронштейнов.

Остов двигателя имеет два предохранительных ребра 5, которыми он может опереться на ось колесной пары в случае излома верхних точек подвески. При этом нижний упор опустится на дно коробки и удержит двигатель от падения на путь. Зазор между осью колесной пары и предохранительными ребрами двигателя не менее 62 мм.

Узел подвешивания бруса токоприемника. Каждый вагон оборудован четырьмя токоприемниками 1 (рис. 27) по одному с каждой стороны тележки: они крепятся на деревянных брусках 2, служащих изоляторами и расположенных под продольными балками рам тележек на высоте 220 мм от уровня головок рельсов.

Деревянный брус имеет площадь сечения 130×75 мм, изготовлен из сухого бука, пропитанного льняным маслом, и окрашен электроизоляционной эмалью. На концах бруса закреплены тремя болтами стальные наконечники.

Брус с прикрепленными к нему наконечниками 11 вставляют в гнезда 3 кронштейнов, прилитых к корпусам буск. Гнездо кронш-

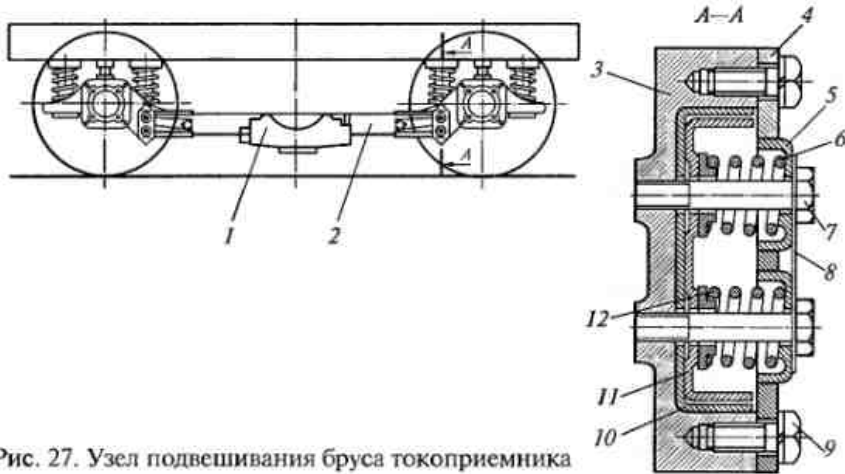


Рис. 27. Узел подвешивания бруса токоприемника

тейна представляет собой коробку, в которую вварен штампованный наличник 10, предохраняющий ее стенки от износа. Наконечник бруса и наличник коробки имеют форму швеллера с закругленными краями, что дает возможность брусу при разных уровнях букс шарнирно перемещаться в вертикальной плоскости. Кроме того, в задних стенках наконечников выштампованы выступы цилиндрической формы, которые позволяют брусу шарнирно поворачиваться и в горизонтальной плоскости, а отверстия под болты крепления 7 в ней имеют продолговатую форму в продольном направлении. На болты надевают колпачковые шайбы 5, пружины 6 и упорные шайбы 12 под пружины, после чего болты ввертывают в резьбовые отверстия, сжимая пружины, и, следовательно, прижимают наконечник бруса к наличнику кронштейна. Болты крепят пластинчатой шайбой 8. Снаружи гнездо-коробку закрывают крышкой 4, предотвращающей выпадение бруса; крышку крепят болтами 9 с пружинными шайбами к верхней и нижней полкам коробки.

Уход за узлами подвешивания тягового двигателя и бруса токоприемника. При осмотре узла подвешивания тягового двигателя проверяют состояние и крепление кронштейнов подвески на раме тележки. Убеждаются в отсутствии трещин в зоне приварки кронштейнов к поперечной балке рамы тележки.

Обращают внимание на состояние и крепление болтов, гаек, шайб, наличие шплинтов и их целостность, а также состояние регулировочных болтов и их контргаек. Проверяют, соответствуют ли нормам допусков зазоры между осью колесной пары и предохранительными упорами под тарой вагона и между осью колесной пары и остоном тягового двигателя по горизонтальной оси. При не-

обходимости регулируют подвеску тягового двигателя на раме тележки. При правильном подвешивании тяговый двигатель должен плотно (без перекосов и зазоров) опираться своими кронштейнами на кронштейны рамы тележки. Болты для крепления тяговых двигателей должны быть зашплинтованы, а регулировочные — ввернуты до упора в нижний кронштейн двигателя и закреплены контргайкой.

При осмотре узла подвешивания бруса токоприемника убеждаются в отсутствии трещин, сколов, гниения и расслоения древесины бруса, повреждения его окраски. Проверяют состояние узлов крепления бруса, кронштейнов, шайб, пружин, болтов, наличников.

Убеждаются в отсутствии металлической пыли в узлах крепления бруса токоприемника к буксе. Проверяют наличие и правильную установку шплинтов в корончатых гайках, состояние проволоочной вязки болтов крепления бруса.

Контрольные вопросы

1. Каким образом подвешивается тяговый двигатель к раме тележки?
2. Как, для чего и в каком направлении можно перемещать тяговый двигатель на кронштейнах подвески?
3. Как устроен узел подвешивания тягового двигателя?
4. На что следует обращать внимание при осмотре узла подвешивания тягового двигателя?
5. Как устроен узел крепления бруса токоприемника?
6. Благодаря чему брус токоприемника может перемещаться в узлах крепления?
7. Что проверяют при осмотре узлов подвешивания бруса токоприемника?
8. В чем заключается уход за узлом подвешивания тягового двигателя?

§ 10. Тормозное оборудование

Вагоны метрополитена оборудованы автоматическим (пневматическим) и ручным тормозами. От состояния тормозного оборудования и умения машиниста управлять им зависит безопасность движения поездов.

К тормозному оборудованию относятся тормозные колодки, рычажно-тормозные передачи и их привод. На каждой тележке вагона имеется четыре узла рычажно-тормозной передачи, действующих от пневматического или ручного привода на каждое колесо

вагона и обеспечивающих двустороннее нажатие колодок на бандажи колес.

Рычажно-тормозная передача. Она служит для передачи усилия от пневматического или ручного привода к тормозным колодкам.

Узел рычажно-тормозной передачи (рис. 28) состоит из тормозного цилиндра *11*, установленного в торце продольной балки рамы тележки, концевого рычага *8* с тормозной колодкой *5*, среднего рычага *2* с такой же колодкой, двух параллельных тяг *4* (наружной и внутренней), отмораживающего устройства *9*, фиксатора *7* положения тормозных колодок.

Концевой рычаг *8*, не имеющий мертвой точки, подвешивают к раме тележки на подвеске *6* с помощью валика, который одновременно соединяет рычаг с башмаком тормозной колодки. Рычаг в верхней части имеет два отверстия: нижнее служит для соединения со штоком тормозного цилиндра, а верхнее — для присоединения к тяге ручного тормоза.

Средний рычаг *2* в верхней части имеет отверстие под валик, на котором рычаг подвешивают на раме тележки. С башмаком тормозной колодки средний рычаг соединен так же, как концевой.

В целях ограничения бокового перемещения средних тормозных колодок при торможении предусмотрен стабилизатор *3*, который представляет собой подпружиненный упор, имеющий сферическую опорную поверхность.

Как средний, так и концевой рычаги установлены по отношению к колесу с некоторым наклоном, поэтому при отпуске тормозов колодки от колес сами не отходят. Для оттяжки колодок от колес устанавливают отмораживающее устройство *9*.

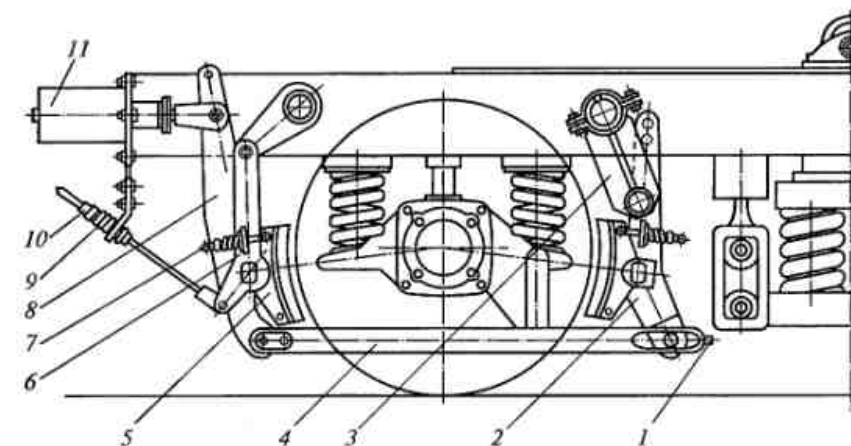


Рис. 28. Узел рычажно-тормозной передачи

Затяжки рычажной передачи (параллельные тяги *4*) имеют предохранительное устройство, предотвращающее их падение на путь в случае обрыва.

Все детали рычажно-тормозной передачи стальные, за исключением тормозных колодок.

Рычажно-тормозная передача с пневматическим приводом действует следующим образом. Под действием сжатого воздуха шток выходит из тормозного цилиндра *11* и давит на верхнее плечо концевого рычага *8*. Рычаг начинает поворачиваться на нижнем шарнире (мертвая точка). Движение рычага будет происходить до тех пор, пока тормозная колодка *5* не подойдет к колесу, после чего мертвая точка из нижнего шарнира перейдет в шарнир подвески тормозной колодки (валик). При дальнейшем движении верхнего плеча рычага в том же направлении нижнее его плечо начнет перемещаться в обратном направлении вместе с параллельными тягами, которые приведут в движение средний рычаг *2* (мертвая точка для него находится в точке подвеса). В результате подойдет к колесу вторая тормозная колодка. В дальнейшем произойдет нажатие обеих колодок на колесо с силой, соответствующей усилию на штоке тормозного цилиндра, умноженному на передаточное число рычажной передачи (см. ниже).

После прекращения торможения и выхода воздуха из тормозного цилиндра тормозные колодки отходят от колес под действием отмораживающего устройства *9*. При торможении отмораживающая пружина натягивается, что при отпуске тормозов приводит к отводу тормозных колодок от колес и установке их в исходное положение. Концевой рычаг *8* также становится в исходное положение под действием возвратной пружины.

Рычажно-тормозная передача характеризуется *передаточным числом*, которое показывает, во сколько раз суммарное нажатие тормозных колодок узла больше усилия на штоке тормозного цилиндра или во сколько раз выход штока тормозного цилиндра больше среднего зазора между одной колодкой и колесом. Передаточное число зависит от соотношения длин плеч рычагов, составляющих рычажно-тормозную передачу. Передаточное число одного узла (от тормозного цилиндра к двум колодкам) составляет 6,56.

Согласно существующим нормам выход штоков тормозных цилиндров при установленных зазорах между тормозной колодкой и бандажом, должен быть не более 55 мм, а следовательно, средний зазор между колодкой и колесом $55 : 6,56 \approx 8$ мм.

По мере износа тормозных колодок зазоры между колодками и колесами, а также выход штока тормозных цилиндров увеличиваются; при предельно допустимых размерах осуществляют регулировку передачи для каждого узла в отдельности. При этом учитывают диаметры колес, уменьшение которых требует соответственно приближения к ним тормозных колодок. Это означает, что

регулировка фактически сводится к изменению (уменьшению) рабочей длины тяг, соединяющих рычаги друг с другом.

Выход штока регулируют, переставляя валик концевого рычага во второе отверстие нижних параллельных тяг в зависимости от диаметра колес. Регулировку зазоров между поверхностью катания колеса и тормозными колодками производят с помощью втулки 10 (см. рис. 28) для концевых колодок и винта 1 для средних. (Один оборот при затяжке регулировочного винта уменьшает выход штока тормозного цилиндра на 6—7 мм.)

Тормозные колодки. Первые вагоны метрополитена были оборудованы обычными чугунными тормозными колодками. Эти колодки оказались непригодными для условий метрополитена, так как образующаяся при их истирании в большом количестве металлическая пыль приводила к порче тягового оборудования, нарушению работы устройств СЦБ и связи. С 1938 г. на вагонах метрополитена применяют колодки из фрикционного материала. Их изготавливают из фрикционной массы, состоящей из асбеста, каучука, железного сурика, окиси цинка и других составляющих. Колодки вагонов гребневые, т. е. имеют дополнительную боковую часть для обхвата гребня бандажа, что препятствует сползанию колодки по его конусной части. Толщина новых колодок в средней части 40—44 мм, допускается их износ до толщины не менее 12 мм, после чего остатки массы выжигают в печах, а на металлическую арматуру — башмак — напрессовывают новую колодку.

Коэффициент трения тормозных колодок — 0,4 (у чугунных в 3 раза меньше). Однако он снижается при нагреве колодок, а также в сырую погоду на открытых участках линии. Недостатком фрикционных колодок является также их низкая теплопроводность. По этой причине на поверхности катания образуется сетка трещин термического происхождения.

Фиксаторы положения тормозных колодок. Для того чтобы колодки не перекашивались и не работали одним концом, а располагались концентрично по окружности бандажа, применяют фиксаторы 7 (см. рис. 28).

Положение колодок регулируют при порожнем вагоне. Колодки располагают не параллельно окружности колеса, а учитывают предстоящее опускание тормозной системы вместе с рамой тележки под нагрузкой. Для этого зазор между верхним краем колодки и колесом должен составлять 10—12 мм, а между нижним краем колодки и колесом 3—5 мм.

Ручной тормоз. Помимо пневматического привода рычажно-тормозная передача снабжена ручным приводом, которым пользуются при длительной стоянке поезда.

Ручной (стояночный) тормоз (рис. 29) состоит из колонки, установленной в кабине машиниста с левой стороны, и системы расположенных на кузове рычагов и тяг, связывающих колонку с

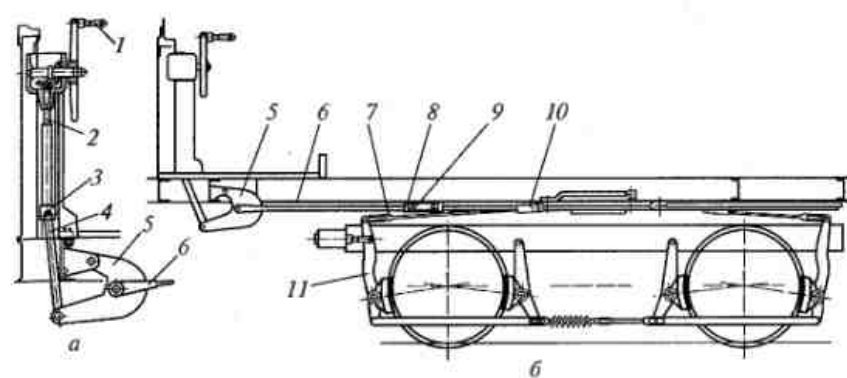


Рис. 29. Колонка ручного тормоза (а) и рычажно-тормозная передача (б) вагона Е

рычажной передачей тележки. Ручной тормоз действует на тормозные колодки только одной (левой) стороны вагона.

Колонка ручного тормоза состоит из маховика с рукояткой 1, который через коническую пару шестерен передает вращение винту 2. По винту поступательно вверх и вниз перемещается гайка 3, связанная тягами 4 с кривым рычагом 5 под рамой кузова. При вращении маховика по часовой стрелке этот рычаг поворачивается вокруг своей оси, вызывая перемещение тяги 6 с регулировочной муфтой 8. От тяги 6 через большой и малый горизонтальные рычаги усилие передается на наклонные тяги 7, а затем на концевые вертикальные рычаги 11 обоих узлов тормозной рычажной передачи одной стороны тележки.

Наклонные тяги действуют на тормозные колодки так же, как при пневматическом торможении штока поршня.

При вращении маховика против часовой стрелки происходит отпуск ручного тормоза.

Точно так же устроена передача к двум левым узлам тормоза второй тележки, а связь между ними осуществлена длинной тягой, составленной из трех частей, скрепленных болтами.

Регулировку рычажной передачи ручного тормоза осуществляют вращением регулировочной муфты 8, расположенной на тяге 6, идущей от кривого рычага. После окончания регулировки муфту закрепляют гайкой 9 со шплинтом. Длину наклонных тяг, идущих к рычагам тележки, регулируют, вращая головку каретки 10, расположенной у короткого горизонтального рычага.

Общее передаточное число ручного тормоза от рукоятки маховика до тормозных колодок, включая передаточное число рычажной передачи тележек, составляет 1000, поэтому при торможении вагона ручным тормозом обеспечивается такое же нажатие тормозных колодок на бандажи колес, как при пневматическом торможении.

Для доведения тормозных колодок до соприкосновения с колесами достаточно 16—23 оборотов маховика. Когда же будет исчерпан ход, необходимо приложить к маховику силу руки, приблизительно равную 200 Н (20 кгс), с тем чтобы обеспечить прижатие колодок. Нельзя допускать, чтобы число оборотов маховика было выше указанного, поскольку при этом кривой рычаг может упеться в швеллер рамы кузова.

Пример. Определить, на скольких груженых вагонах семивагонного состава нужно привести в действие ручные тормоза, чтобы удержать состав на спуске 40‰*.

Вес вагона 520 кН (52 тс), вес семивагонного состава $7 \cdot 520 = 3640$ кН (364 тс). Сила скатывания состава равна $40 \cdot 3640 = 145\,600$ кН (14,5 тс) с учетом того, что на каждой 1‰ спуска возникает движущаяся сила 10 Н (1 кгс) на 10 кН (1 тс) веса вагона.

Тормозная сила одного вагона составляет 45 кН (4500 кгс). Для удержания состава требуется тормозная сила нескольких вагонов: $145\,600 : 4500 = 3,2$. Следовательно, нужно привести в действие ручные тормоза не менее чем на четырех вагонах.

Уход за тормозным оборудованием. Проверяют состояние и крепление узлов и деталей передачи, выявляют недопустимые трещины, сколы, выкрашивания и износы колодок. Смазывают трущиеся части и регулируют передачу в случае износа колодок или при их замене.

Изношенные тормозные колодки заменяют следующим образом. Освобождают фиксатор положения тормозной колодки, снимают параллельные тяги с валика крайнего рычага, освобождают валик крепления заменяемой колодки, снимают изношенную колодку, устанавливают и закрепляют новую колодку. После этого монтируют фиксатор и тяги.

Тормозные колодки заменяют при отпущенных тормозах и выключенном воздухораспределителе того вагона, где выполняется смена колодок, чтобы предотвратить возможность случайного торможения и травмы работающего. Выход колодки за наружные грани бандаж не допускается.

Недопустимы изломы, трещины и ослабление крепления подвесок, рычагов, шайб, пружин, параллельных тяг, стержней фиксаторов положения тормозных колодок, деталей оттормаживающего узла крайней тормозной подвески, их кронштейнов. Проверяют, туго ли затянуты гайки, надежно ли закреплены валики. Заменяют изломанные шплинты.

Недопустимо касание и трение деталей рычажной передачи о раму тележки, буксы, предохранительные скобы и колесные пары.

При отпущенных тормозах колодки не должны приближаться вплотную к бандажам и тем более касаться их, зазор должен быть в пределах нормы.

При осмотре рычажной передачи ручного тормоза, вращая маховик, убеждаются в отсутствии заеданий деталей, проверяют состояние и крепление кривого рычага, его тяг, винта, гайки и направляющих стоек привода колонки тормоза, продольных тяг, горизонтальных рычагов, регулировочной муфты, каретки. Контролируют, на сколько резьбовая часть наклонных тяг заходит в головку каретки (должно быть не менее 20 мм).

Контрольные вопросы

1. В чем заключается механическое торможение вагона?
2. Чем создается прижатие тормозных колодок к колесу?
3. Сколько самостоятельных рычажно-тормозных узлов установлено на вагоне?
4. Из каких основных элементов состоит рычажно-тормозная передача?
5. Как работает механический тормоз с пневматическим приводом?
6. Каким основным показателем характеризуется рычажно-тормозная передача и чем он определяется?
7. С какой целью регулируют рычажно-тормозную передачу?
8. Как выполняют регулировку рычажно-тормозной передачи?
9. Как и насколько изменится длина выхода штока тормозного цилиндра, если колодки тормозного узла износились на 2 мм?
10. Каковы преимущества и недостатки фрикционных тормозных колодок?
11. Чем обеспечивается концентричное расположение колодок относительно поверхности катания колеса?
12. Когда используется ручной привод механического тормоза?
13. Каковы особенности ручного тормоза?
14. Каким образом передается усилие с маховика ручного тормоза на колодки?
15. Каким образом регулируют рычажную передачу ручного тормоза?
16. Что определяет передаточное число ручного тормоза, чему оно равно?
17. Сколько оборотов маховика ручного тормоза требуется для доведения тормозных колодок до соприкосновения с колесом?

* 1‰ (промилле) — одна тысячная доля.

§ 11. Общие сведения

Каждый вагон оборудован двумя комплектами комбинированной автосцепки, которые осуществляют механическую сцепку вагонов, соединение воздушных магистралей и электрических цепей вагонов. Комбинированная автосцепка обеспечивает большую оперативность при формировании составов и в случае необходимых переключений электрических соединений в условиях эксплуатации.

Комплект автосцепки (рис. 30) состоит из головки с электроконтактной коробкой *III*, ударно-тягового аппарата с устройством подвески автосцепки *II*, узла крепления к раме кузова *I* — двойного шарнира, позволяющего автосцепке перемещаться в двух направлениях: горизонтальном и вертикальном. В сцепленном состоянии автосцепки в опорах не нуждаются, так как представляют собой одну прямую балку, концы которой шарнирно закреплены в рамах кузовов.

При следовании состава с одного пути на другой — параллельный (*S*-образная кривая) — возникает небольшое отклонение оси сцепленных автосцепок от оси вагона в горизонтальной плоскости (до 11°), а при изменении профиля пути с площадки на подъем или при уклоне 40‰ происходит ее наклон на угол до 2° к горизонту. Конструкция автосцепки обеспечивает возможность поворота ее в горизонтальной плоскости на угол до 13° и в вертикальной — до $2^\circ 30'$.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена автосцепка?
2. Из чего состоит комплект автосцепки?
3. Почему автосцепка называется комбинированной?

§ 12. Механическая часть. Узел подвешивания автосцепки

Механическая часть автосцепки состоит из головки со сцепным механизмом, ударно-тягового аппарата и деталей узла подвешивания автосцепки.

Головка автосцепки. Она представляет собой литой стальной корпус *10* (см. рис. 30), выполненный в виде полый прямоугольной коробки, которая спереди заканчивается буферным фланцем *8*. На буферном фланце расположены выступающий конус *11* и такого же профиля конусообразная впадина с проемами для деталей замка. Кроме того, на буферном фланце имеются два отверстия диаметром 60 мм для клапанов *9* воздухопроводов, расположенные

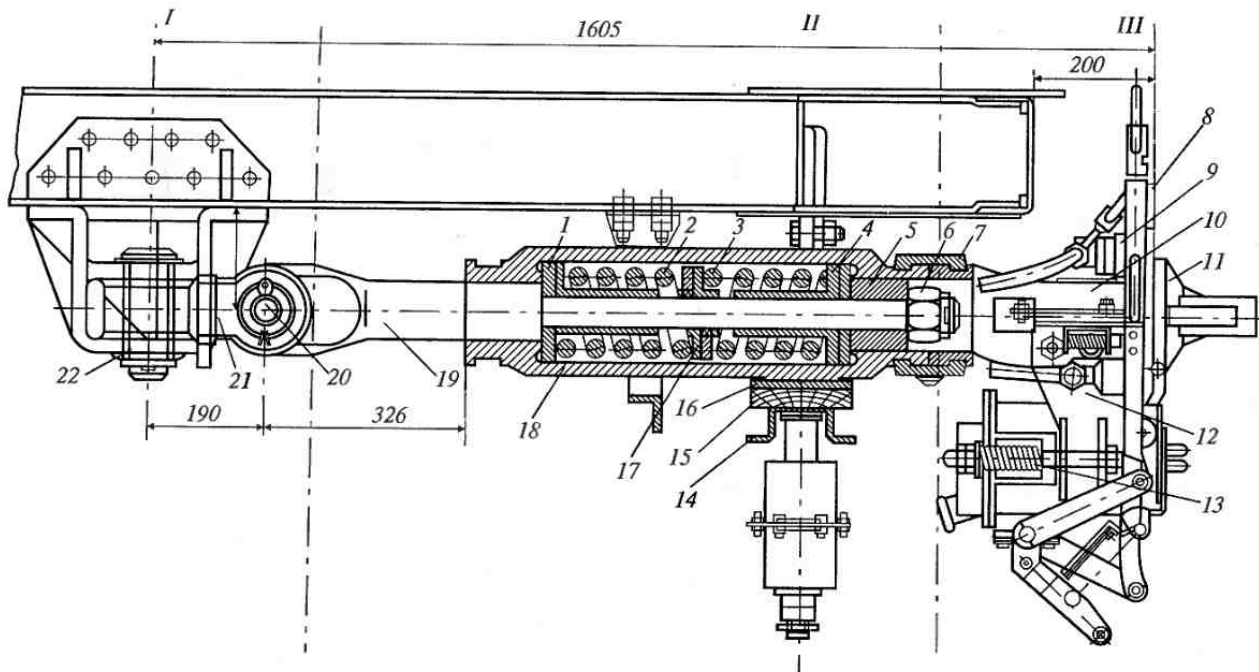


Рис. 30. Комплект автосцепки

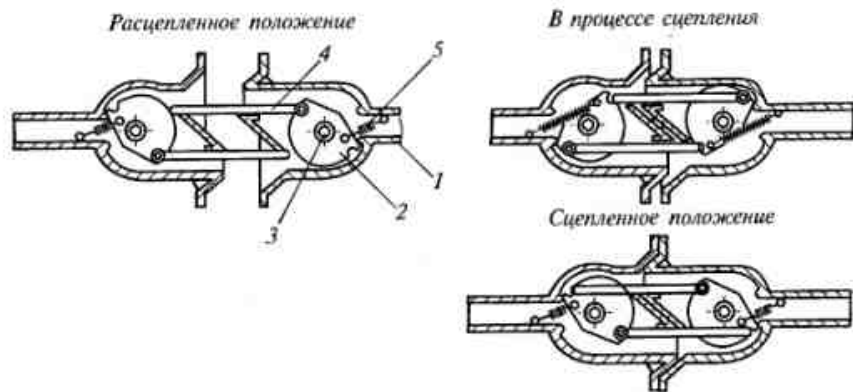


Рис. 31. Схемы различных положений сцепного механизма

одно под другим в середине по вертикальной оси буферного фланца. Сзади коробка корпуса расточена под цилиндрическую поверхность для установки стяжных полуколец 7, соединяющих головку с ударно-тяговым аппаратом.

При сцеплении вагонов выступы головок заходят во впадины встречных головок, чем и осуществляется жесткое фиксирование одной головки относительно другой, исключаящее их перемещение относительно друг друга.

В боковой стенке корпуса имеется прямоугольный вырез для установки замка сцепного механизма в горизонтальном положении. В верхней и нижней стенках расточены вертикальные отверстия для валика, вокруг оси которого происходит поворот замка в горизонтальной плоскости.

Устройство сцепного механизма. Он состоит из замка 2 (рис. 31), серьги 4, валика 3, возвратной пружины 5, расцепного троса с рукояткой и блока троса (на рисунке не показаны).

Замок сцепного механизма (рис. 32) представляет собой равноплечий рычаг дискообразной формы.

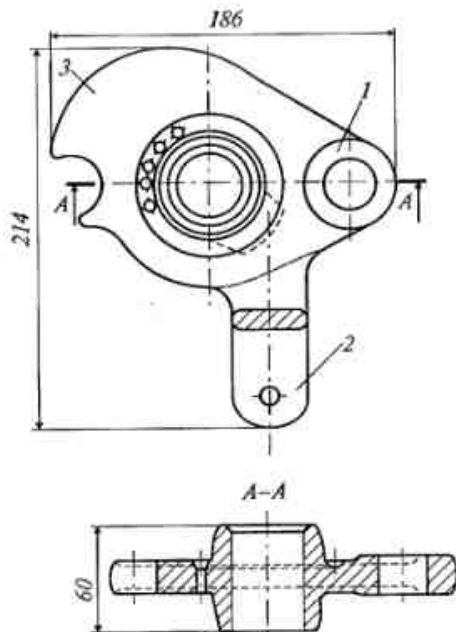


Рис. 32. Замок сцепного механизма

К плечу 1 рычага, где расположено отверстие, присоединяют серьгу. В плече 3 имеется вырез, в который заходит серьга другой автосцепки при сцеплении вагонов. Центральная часть диска отлита в виде втулки. Вокруг втулки расположена канавка, в которой просверлены пять отверстий. Перпендикулярно линии расположения отверстий под валики на замке отлит специальный отросток 2, к которому присоединяют расцепной трос с рукояткой и тягу блокировочного рычага электроконтактной коробки.

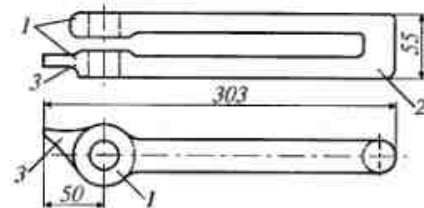


Рис. 33. Серьга

Серьга (рис. 33) имеет П-образную форму и заканчивается двумя проушинами 1, охватывающими диск замка и соединенными с ним с помощью валика. Нижняя проушина имеет отросток 3 для упора в выступ замка с целью ограничения его поворота и фиксации самой серьги в корпусе головки автосцепки. С противоположной стороны серьга заканчивается цапфой 2, которая при сцеплении заходит в вырез замка другой автосцепки.

Замок, серьга и оба валика изготовлены из легированной стали и термообработаны, что обеспечивает их необходимую прочность. Серьга выдерживает усилие до 540 кН (54 тс) на растяжение. Перед установкой на вагон эти детали подвергают дефектоскопии.

Возвратная пружина обеспечивает поворот сцепного механизма в исходное положение после сцепления или расцепления головок автосцепок.

Пружина расположена на верхней стороне замка, ее нижний отогнутый конец закреплен в одном из пяти отверстий втулки. Другой конец пружины закреплен за штифт, расположенный в верхней стенке корпуса головки.

Расцепной трос с рукояткой служит для расцепления автосцепок. В собранной автосцепке он заведен через блок, установленный на корпусе головки, с тем чтобы обеспечить определенное направление оттяжки замка при расцеплении автосцепок. Трос уложен в пружинный держатель, укрепленный на тыльной стороне буферного фланца корпуса головки.

После испытания троса на растяжение, а он должен выдерживать усилие до 2 кН (200 кгс), на его рукоятку наносят клеймо.

Работа сцепного механизма. При сближении головок 1 (рис. 34, см. рис. 31) выступающие серьги 4 скользят по поверхности конусных впадин встречных головок и, упираясь в боковые поверхности встречных замков 2, поворачивают одновременно каждая свой замок вокруг валика 3. Поворот происходит до тех пор, пока цапфы серег не войдут в вырезы замков 11 встречных головок, что сопровождается характерным щелчком. После этого возвратные пружины

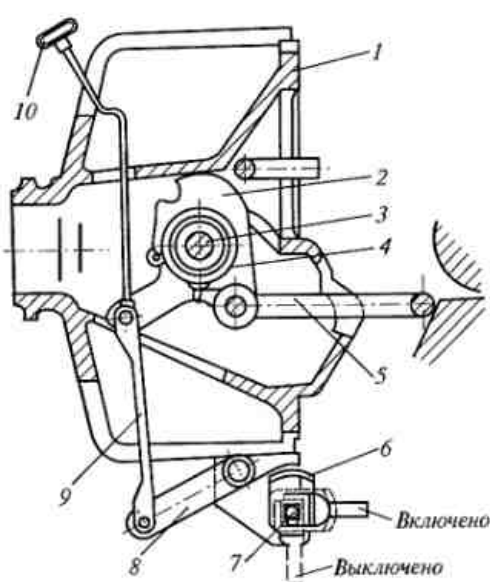


Рис. 34. Головка автосцепки (разрез)

поглощает продольные ударные усилия, возникающие при одновременном пуске или торможении вагонов в составе.

Ударно-тяговый аппарат состоит из литого хомута 18 (см. рис. 30), водила 19, двух цилиндрических пружин 2 и 3, двух направляющих втулок 1 и 4 для пружин, корончатой гайки 6 для крепления водила и шплинта.

Хомут прямоугольной формы отлит из стали. Концевые части его выполнены в виде втулок с отверстиями, через которые проходит водило. С головкой автосцепки хомут соединяется стяжными полукольцами 7. На нижней стороне хомута на болтах установлен скользящий 15 из дубового бруса, прикрепленного к металлической планке 16. Скользящий служит опорой автосцепки при ее перемещении по балансиру 14 подвески. Хомут работает на растяжение: не более 680 кН (68 тс).

В хомут вставлены две цилиндрические пружины, находящиеся в сжатом состоянии. По концам пружин установлены направляющие втулки, а между ними — промежуточная шайба 17. Пружины навиты в разные стороны, благодаря чему компенсируется кручение их торцов при сжатии.

Сквозь отверстия в хомуте и направляющих втулках проходит водило; на конец его надевается втулка 5, которая подводится корончатой гайкой 6 до упора в переднюю направляющую втулку 4. Водило изготовлено из легированной стали и имеет цилиндрическую форму. Один конец водила имеет проушину с отверстием для

ны 4 возвратят замки 2 в исходное положение и произойдет сцепление.

Механическое расцепление осуществляют, потянув на себя рукоятку 10 троса одной из головок. Трос, соединенный с отростком замка 2, заставляет его поворачиваться. При этом серьга 5 поворачивающегося замка заставит повернуться замок второй головки. Когда цапфы серег выйдут из зацепления со встречными головками, можно разводить вагоны.

Ударно-тяговый аппарат. Он служит амортизатором для смягчения ударов при сцеплении и упругого соединения вагонов,

установки валика 20 серьги 21, другой — мелкую резьбу под корончатую гайку 6. Диаметр средней части водила 53 мм.

При растяжении хомут своей хвостовой втулкой перемещает водилу вперед заднюю направляющую втулку 1, а при сжатии передняя втулка хомута перемещает переднюю направляющую назад. Таким образом, при сжатии и растяжении автосцепки пружины ударно-тягового аппарата работают только на сжатие.

Ударно-тяговый аппарат рассчитан на усилие сжатия или растяжения до 100—120 кН (10—12 тс), что соответствует предельному сжатию пружин. При увеличении нагрузки пружины дальше не будут сжиматься, так как обе направляющие втулки соприкоснутся с промежуточной шайбой 17 и усилие будет передаваться жестко.

Хвостовая часть водила присоединена через серьгу 21 к гнезду автосцепки на раме кузова. Через горизонтальный шарнир (валик 20 с шайбой и шплинтом) серьга соединена с водилом, а через вертикальный шарнир (валик 22) — с гнездом автосцепки. Поверхности стальных валиков термообработаны. Перед установкой на вагон валики подвергают дефектоскопии.

Тяговое усилие с головки автосцепки через стяжные полукольца 7 передается на хомут 18 ударно-тягового аппарата, с хомута — на заднюю направляющую втулку 1, затем на пружины 2, 3, гайку 6, резьбу водила и водило 19, а с водила — на валик 20 серьги, серьгу 21, валик 22 гнезда и гнездо автосцепки, раму кузова. При ударной нагрузке усилие с головки автосцепки передается на стяжные полукольца и хомут ударно-тягового аппарата, с него — на переднюю направляющую втулку 4 и водило, с водила — на валик 20, валик 22, гнездо автосцепки и на раму кузова.

Недостатком конструкции ударно-тягового аппарата является применение в нем витых пружин, не обладающих гасящим действием. При неодинаковой степени торможения на отдельных вагонах состава возможны рывки и продольное раскачивание вагонов.

Узел подвешивания автосцепки. Автосцепка в свободном состоянии опирается на подвеску, состоящую из опорной балки — балансира 5 (рис. 35), двух подвесных штырей 1 и пружин 3, 7. Опорная балка, на которой находится автосцепка (а при прохождении кривых и перемещается по ней), штампована из листовой стали, имеет омегаобразное сечение. В средней части ее выполнена выемка глубиной 5 мм на длине 230 мм для центрирования автосцепки и предотвращения сдвига ее в крайнее положение при прохождении вагоном кривых малых радиусов.

На концевой части рамы кузова на кронштейнах тремя болтами с корончатыми гайками укреплены подвесные стальные штыри 1. На штыри надевают упорные шайбы 2 и спиральные пружины 3, а затем балансира 5. По краям балансира имеются отверстия; в каждое из них вварена втулка 4. После установки балансира на подвесные штыри ставят стаканы 6.

1. Из каких деталей состоит сцепной механизм автосцепки?
2. Как действует механизм сцепления головок автосцепок?
3. Как осуществляют механическое расцепление головок автосцепок?
4. Для чего служит ударно-тяговый аппарат автосцепки?
5. Каким образом передаются усилия с головки автосцепки на кузов?
6. Как устроен узел подвески автосцепки?
7. Как регулируется высота подвески автосцепки относительно головок рельсов?

§ 13. Пневматическая и электрическая части

Пневматическая часть. На вертикальной оси буферного фланца головки автосцепки в сквозных отверстиях диаметром 60 мм установлены два клапана воздухопроводов: верхний клапан — напорной магистрали, нижний — тормозной.

Каждый из них имеет цилиндрический стальной корпус 1 (рис. 36), установленный заподлицо с наружной плоскостью буферного фланца 8 и слегка запрессованный в его тело. В корпус вставлена резиновая трубка 6, продолжением ее является резиновое уплотняющее кольцо 3, которое установлено в кольцевую расточку упорного латунного кольца 4, прижимаемого пружиной 2 к бурту корпуса.

Все эти детали закрываются стальным литым угольником 5, который двумя болтами 7 прикреплен к буферному фланцу 8 корпуса головки автосцепки.

Под действием пружин упорные латунные кольца с заведенными в них резиновыми клапанами выступают на 6—7 мм за плоскость буферных фланцев и при сцеплении автосцепок плотно прижимаются друг к другу под действием взаимного нажатия и благодаря эластичности резиновых трубок, что обеспечивает надежное соединение воздухопроводов в сцепленном состоянии без утечки воздуха.

После сцепления вагонов можно открыть концевые краны обеих магистралей; рукоятки кранов выведены на торец ваго-

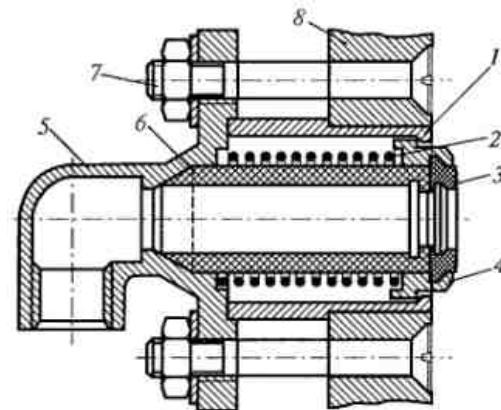


Рис. 36. Клапан воздухопровода

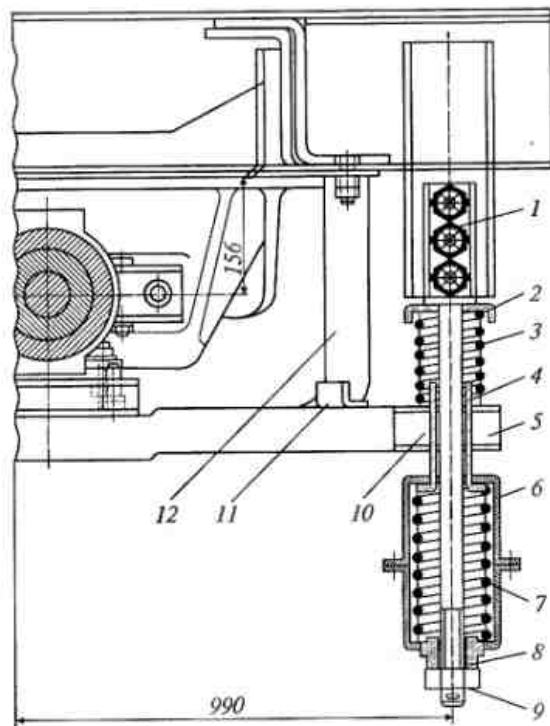


Рис. 35. Узел подвешивания автосцепки

Каждый стакан состоит из двух штампованных цилиндров, стянутых шестью болтами. В стакане расположена втулка 10, а под ней помещена пружина 7. После установки стаканов на штыри ставят гайки 8, которыми регулируют расстояние от головки автосцепки до головок рельсов. Это расстояние при новых бандажах равно 829 мм. После окончания регулировки ставят контргайки 9 и шплинты.

Свободная автосцепка концевого вагона, опираясь на балансир подвески, при движении плавно перемещается вверх и вниз, так как балансир находится между пружинами подвески. Из-за того что нижняя пружина заключена в стакан, ее распрямление ограничено, что почти полностью исключает раскачку автосцепки при движении вагона.

В случае обрыва одного или двух штырей подвески свободная автосцепка концевого вагона опустится на предохранительную П-образную скобу 12, выполненную из уголка с размерами 50 × 50 × 5 мм. Скобу укрепляют на раме кузова четырьмя болтами. Для ограничения поворота свободной автосцепки и предотвращения удара о предохранительную скобу 12 к балансиру приваривают упоры 11.

на по бокам автосцепки. Перед расцеплением вагонов краны необходимо перекрыть, так как в противном случае при расхождении автосцепок большое давление может выбить уплотнительные кольца и резиновые трубки. То же может произойти, если на свободной автосцепке резко открыть кран.

Электрическая часть. На каждой автосцепке под ее головкой устанавливают электроконтактную коробку, которая предназначена для межвагонного соединения низковольтных проводов цепей управления, вспомогательных и радиовещания. Такое соединение позволяет управлять составом из кабины любого вагона.

Коробка представляет собой прямоугольный литой корпус 10 (рис. 37, а и б) с передней 9 и задней 15 крышками. Заднюю крышку крепят к корпусу болтами, она имеет два патрубка для ввода проводов. Передняя крышка откидная, с резиновым уплотнением.

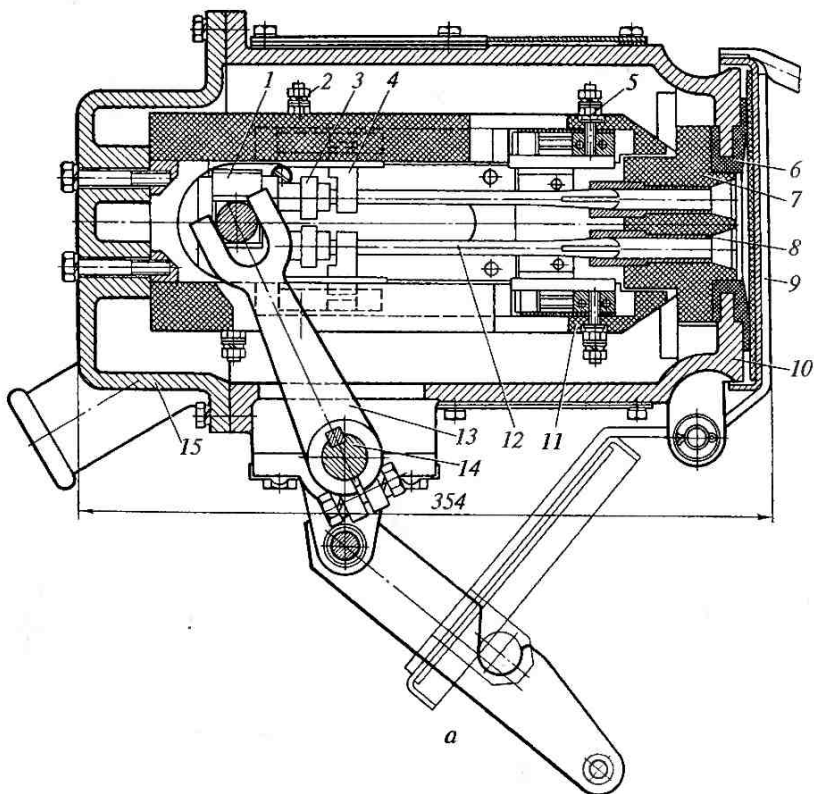
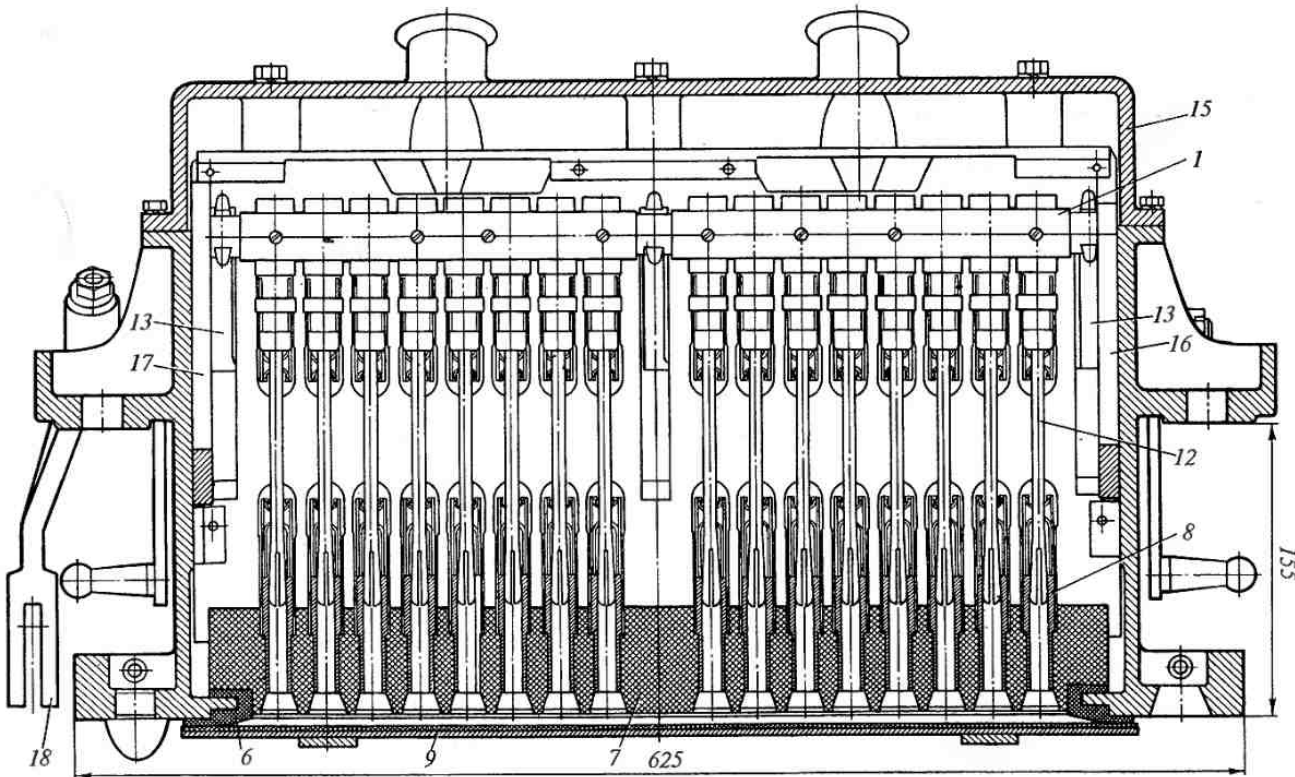


Рис. 37. Электроконтактная коробка:
а — вид сбоку; б — вид сверху



В корпусе установлены две текстолитовые панели 11 (верхняя и нижняя) толщиной 25 мм. К верхней панели подходят провода с 1-го по 16-й (рис. 38), к нижней — с 17-го по 32-й. На каждой панели имеются 32 зажима: по 16 в заднем и переднем рядах. К зажимам заднего ряда панелей подключены поездные провода слева направо; от них проложены перемычки к зажимам переднего ряда, к которым поездные провода подключены справа налево. Расположение зажимов и внутренний монтаж в электроконтактной коробке обеспечивают соединение поездных проводов при любом расположении вагонов в составе.

Между панелями расположен держатель 1 (см. рис. 37), в котором закреплены 32 бронзовых контактных пальца 12 в два ряда (по 16 в верхнем и нижнем рядах). Концы держателя расположены в направляющих планках 16, 17, прикрепленных неподвижно к боковым стенкам корпуса.

Каждый палец длиной 216 мм выполнен из прутковой кремне-марганцовистой бронзы. В месте крепления на держателе палец имеет резиновую опрессовку 3 (рис. 39, см. рис. 37, а) для изоляции от держателя. Контактную часть пальца распиливают крестообразно для надежного контакта с втулкой лобовой электроизоляционной плиты. К стержню пальца заклепкой прикреплен флажковый контакт. В рабочем положении флажковый контакт 4 (см. рис. 37, а) входит либо в передний зажим 2, либо в задний зажим 5. В промежуточном положении контакта быть не может.

Держатель передвигается в направляющих при помощи вилкообразных рычагов 13, насаженных на вал 14. На другой стороне вала под углом 90° к рычагам держателя насажен второй рычаг 18 (см. рис. 37, б), шарнирно связанный с рукояткой ручного привода электрической части, при перемещении которой вверх держатель пальцев перемещается в крайнее заднее положение, что соответствует разомкнутому состоянию цепей управления. При опускании рукоятки вниз держатель пальцев передвигается в крайнее переднее положение и при этом пальцы выходят на 46—52 мм за плоскость передней изоляционной плиты коробки с тем, чтобы при сцепленных автосцепках войти во втулки другой коробки, пальцы которой убраны в крайнее заднее положение. Таким образом, выдвигание пальцев может быть произведено из любой автосцепки.

На схеме включения межвагонного соединения (см. рис. 38) показана часть одного из поездных проводов: от 16-го поездного провода первой электроконтактной коробки питание подается на зажим, флажковый контакт и через контактные пальцы на латунную втулку передней электроизоляционной панели, далее по контактному пальцу второй коробки, через флажковый контакт на зажим 16-го провода, перемычку, на зажим 16-го провода в заднем ряду панели и затем в цепь 16-го провода второго вагона.

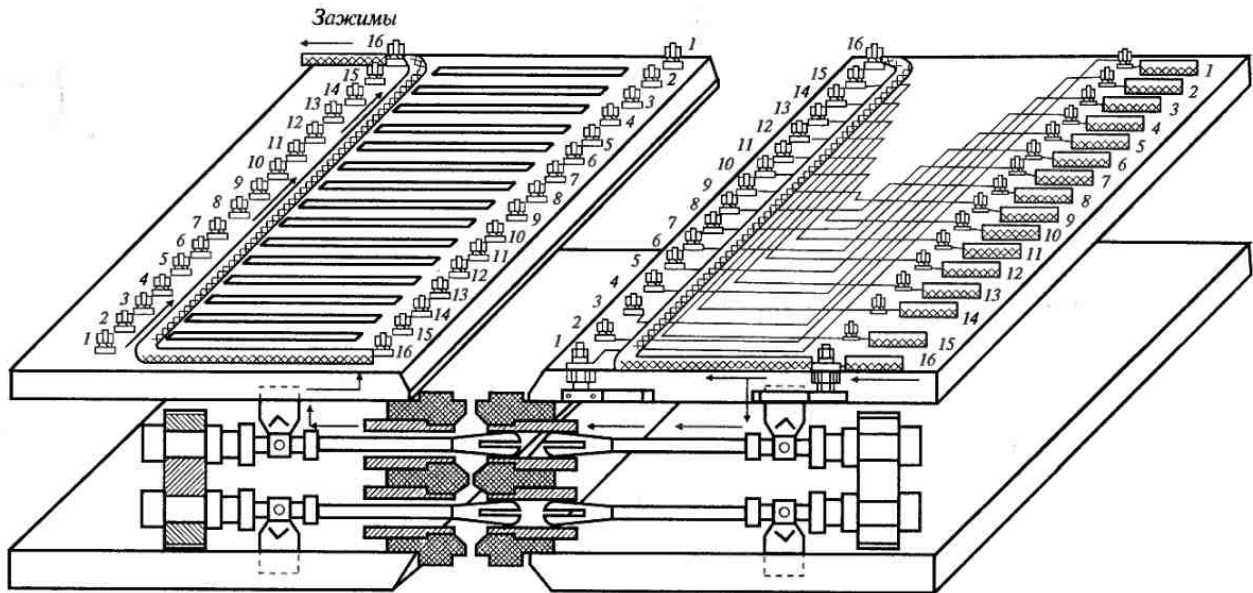


Рис. 38. Схема включения электроконтактных коробок вагонов Е

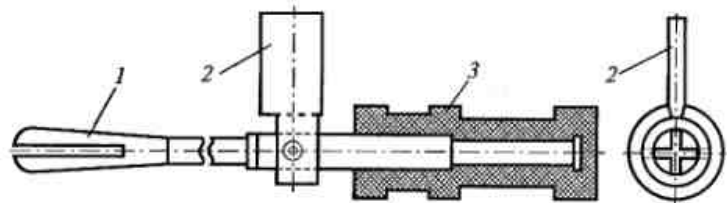


Рис. 39. Контактный палец

При соединении и разъединении электроконтактных коробок к рукоятке ручного привода необходимо прикладывать большие усилия, поэтому к механизму выдвижения пальцев устанавливают пневмопривод, который состоит из пневмоцилиндра, шарнирно укрепленного между кронштейном головки автосцепки и концом рычага вала привода, крана управления приводом, разобщительного крана и резиновых шлангов. Цилиндр привода двустороннего действия. Воздух к цилиндру подводится от напорной магистрали через кран управления.

При установке рукоятки крана привода параллельно оси автосцепки (положение «Включено») сжатый воздух поступает в заднюю полость пневмоцилиндра, и держатель, связанный со штоком цилиндра, перемещается в крайнее переднее положение: происходит выдвижение контактных пальцев за плоскость лобовой плиты коробки, и соединяются междувагонные провода управления.

При установке рукоятки крана перпендикулярно оси автосцепки (положение «Выключено») сжатый воздух поступает в переднюю полость цилиндра, контактные пальцы убираются в крайнее заднее положение: происходит разъединение проводов управления.

Управление краном осуществляется реверсивной рукояткой контроллера машиниста.

При отсутствии сжатого воздуха в напорной магистрали перемещение контактных пальцев производят вручную с помощью рычага, прилагаемого заводом в комплекте инструментов.

Для предупреждения поломки пальцев при сцеплении и расцеплении автосцепок механизм их выдвижения заблокирован со сцепным механизмом головки автосцепки. Чтобы сцепить или расцепить головки, необходимо прежде убрать внутрь пальцы электрических контактов.

Блокировка сцепного механизма осуществляется сектором блокировки 6 (см. рис. 34), расположенным на кране 7 управления приводом электроконтактной коробки, который через рычажную передачу (рычаг 8 и тяга 9) на голове автосцепки блокирует механизм сцепления. При положении рукоятки «Включено» расцепить автосцепку невозможно.

Электроконтактную коробку подвешивают к корпусу автосцепки на двух стержнях, расположенных в проушинах щековин 12

(см. рис. 30), и поджимают к ним пружинами 13. Эти пружины обеспечивают постоянное поджатие коробок друг к другу благодаря тому, что наружная плоскость каждой контактной коробки выступает на 6 мм за плоскость буферного фланца.

В расцепленном положении электроконтактные коробки закрываются передними крышками, защищающими контактную часть и предохраняющими ее от загрязнения.

В сцепленном положении резиновые прокладки, имеющие форму прямоугольной рамки и специальный профиль сечения, плотно прижаты одна к другой, этим предотвращается попадание влаги и грязи внутрь контактной части.

Контрольные вопросы

1. Каким образом происходит соединение пневматических магистралей вагонов?
2. Для какой цели на пневматических магистралях установлены концевые краны?
3. Как соединяются электрические цепи вагонов?
4. Укажите путь тока от поездных проводов одного вагона к проводам другого вагона.
5. Как работает механизм выдвижения контактных пальцев электроконтактной коробки?

§ 14. Порядок сцепления и расцепления вагонов.

Уход за автосцепкой

Порядок сцепления и расцепления вагонов. Перед сцеплением вагонов необходимо убедиться в том, что разность уровней осей соединяемых головок автосцепок относительно головок рельсов не превышает 30 мм (при необходимости регулируют высоту подвески балансиров), пальцы электроконтактных коробок убраны в корпуса, передние крышки коробок открыты, а концевые краны поездных пневматических магистралей, кран управления пневмоприводом контактной коробки и разобщительный кран закрыты.

После механического соединения автосцепок (при скорости движения не более 1,5 км/ч) открывают концевые краны, разобщительный кран и кран управления пневмоприводом одной коробки, в результате чего происходит соединение пневматических магистралей и электрических цепей вагонов.

В процессе эксплуатации вагонов наличия сжатого воздуха в цилиндре пневмопривода контактной коробки не требуется, поэтому после соединения электрических цепей воздух из цилиндра выпускают, предварительно перекрыв разобщительный кран, соединяющий его с напорной магистралью.

§ 15. Общие сведения

При расцеплении вагонов сначала разъединяют электроконтактные коробки, затем перекрывают разобщительный кран пневмопривода и концевые краны воздушных магистралей. Далее, потянув на себя рукоятку расцепного троса, осуществляют механическое разъединение автосцепок, после чего вагоны разводят, электроконтактные коробки закрывают откидными крышками.

Уход за автосцепкой. В эксплуатации наблюдают за работой отдельных элементов автосцепки, контролируют взаимодействие деталей сцепного механизма.

Проверяют состояние корпуса головки автосцепки, наличие уплотнительных колец пневматических клапанов, состояние и крепление фиксаторов передних крышек электроконтактных коробок, зазор между фланцами головок сцепленных автосцепок. Если зазор превышает 5 мм, это свидетельствует об износе деталей сцепного механизма.

Обращают внимание на состояние и крепление контактных коробок, стержней, поджимающих пружин. Видимую часть контактов, флажков, деталей привода проверяют через смотровые отверстия в корпусе коробки. При осмотре контактных втулок и контактных пальцев контролируют выход, утопление и диаметр рабочей части контактных пальцев и втулок.

Проверяют состояние и крепление деталей привода сцепного механизма: тяг, рычагов, троса с рукояткой, валиков, шайб, а также наличие и правильную установку шплинтов. Контролируют надежность фиксации сцепного механизма с тягой электроконтактной коробки, положение рукоятки троса в пружинном зажиме на корпусе головки автосцепки.

Обращают внимание на состояние головки автосцепки, крепление ее с ударно-тяговым аппаратом, состояние хомута, видимой части водила, пружин ударно-тягового аппарата, серьги крепления водила, валиков серьги и гнезда установки водила на раме кузова. Убеждаются в отсутствии утечки воздуха (на слух) в пневматических клапанах, пневмоприводах электроконтактных коробок, воздухопроводах, подходящих к ним.

Проверяют состояние и крепление деталей подвески автосцепки: балансира, скользуна, стержней подвески, верхних пружин, втулок, шайб, стаканов, гаек и контргаек, деталей подвешивания предохранительной скобы. Убеждаются в отсутствии трещин в балансирах и скользунах.

Контрольные вопросы

1. В каком порядке выполняют сцепление и расцепление вагонов?
2. Что необходимо проверить перед сцеплением вагонов?
3. Что надо сделать после механического соединения автосцепок?
4. В чем заключается уход за автосцепкой?

Тяговые двигатели служат для преобразования электрической энергии в механическую, предназначенную для привода в движение колесных пар вагонов. Тяговые двигатели используют также для торможения поезда, переводя их в генераторный режим. При этом механическая энергия движущегося поезда преобразуется в электрическую.

Существует единая унифицированная серия тяговых двигателей, в которую вошли и двигатели электропоездов метрополитена. Все они имеют общий принцип компоновки и много унифицированных узлов и деталей. При изготовлении унифицированных тяговых двигателей можно использовать однотипное станочное оборудование, что снижает их стоимость.

На вагонах метрополитена применяют тяговые двигатели постоянного тока. Такие двигатели обладают хорошими тяговыми характеристиками, сравнительно просты по конструкции и надежны в эксплуатации.

По конструкции тяговые двигатели электроподвижного состава существенно отличаются от стационарных двигателей постоянного тока, что объясняется особенностями их расположения и условиями работы.

Размеры тягового двигателя, подвешенного под кузовом вагона, ограничены подвагонными габаритами. Диаметр его определяется диаметром колеса, так как должно быть выдержано определенное расстояние от нижней точки двигателя до уровня головки рельсов. Длина тягового двигателя ограничена габаритными размерами тележки.

На вагонах установлены четыре тяговых двигателя: по одному на каждую колесную пару. Нумерация их идет по осям, считая от кабины управления.

Тяговый двигатель работает в тяжелых условиях, так как на него попадают грязь с железнодорожного полотна, пыль от тормозных колодок, дождь и снег на открытых участках трассы. Поэтому все детали, расположенные в его корпусе, должны быть защищены.

Для лучшего отвода тепла, выделяющегося при работе тягового двигателя, на валу якоря установлен вентилятор, засасывающий воздух со стороны коллектора и прогоняющий его через двигатель.

В паспорте стационарных электрических машин обычно указывают их *номинальную мощность продолжительного режима*, т. е. такую мощность, которую машина должна отдавать неограниченно долгое время, причем температура его узлов и деталей не должна превышать значений, допускаемых нормами для изоляционных мате-

риалов. Режим работы тяговых двигателей резко меняется в зависимости от профиля пути и веса поезда. Это не позволяет характеризовать работоспособность тягового двигателя только значением номинальной мощности продолжительного режима. Поэтому характеристики тяговых двигателей даны для часового и максимального режимов.

Технические характеристики тяговых двигателей ДК-108А и ДК-116А соответственно для вагонов Е и ЕжЗ следующие:

Тип двигателя	ДК-108А	ДК-116 А
<i>Часовой режим</i>		
Мощность на валу двигателя, кВт	68	72
Напряжение на зажимах, В	375	375
Ток, А	210	218
Частота вращения якоря, об/мин	2000	1360
<i>Продолжительный режим</i>		
Ток, А	182	185
Частота вращения якоря, об/мин	1580	1220
<i>Максимальный режим</i>		
Ток искрения, А	420	440
Частота вращения якоря, об/мин	3350	3250

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены тяговые двигатели?
2. Сколько тяговых двигателей установлено на вагоне?
3. Что называется номинальной мощностью тягового двигателя?
4. Перечислите основные параметры тягового двигателя.

§ 16. Устройство тягового двигателя

Все тяговые двигатели постоянного тока имеют в основном одинаковое устройство. Двигатель состоит из остова 1 (рис. 40, а), четырех главных и четырех добавочных полюсов, якоря 8, подшипниковых щитов 4, 10, щеточного аппарата 5, вентилятора 9.

Остов двигателя. Он выполнен из электромагнитной стали, имеет цилиндрическую форму и служит магнитопроводом. Для жесткого крепления к поперечной балке рамы тележки на остове предусмотрены три прилива-кронштейна и два предохранительных ребра (см. рис. 26).

В остове имеются отверстия для крепления главных и добавочных полюсов, вентиляционные и коллекторные люки. Из остова двигателя выходят шесть кабелей: Я и ЯЯ, К и КК, Н и НН (рис. 41). Торцовые части остова закрыты подшипниковыми щитами. На остове укреплен паспортная табличка с указанием завода-изгото-

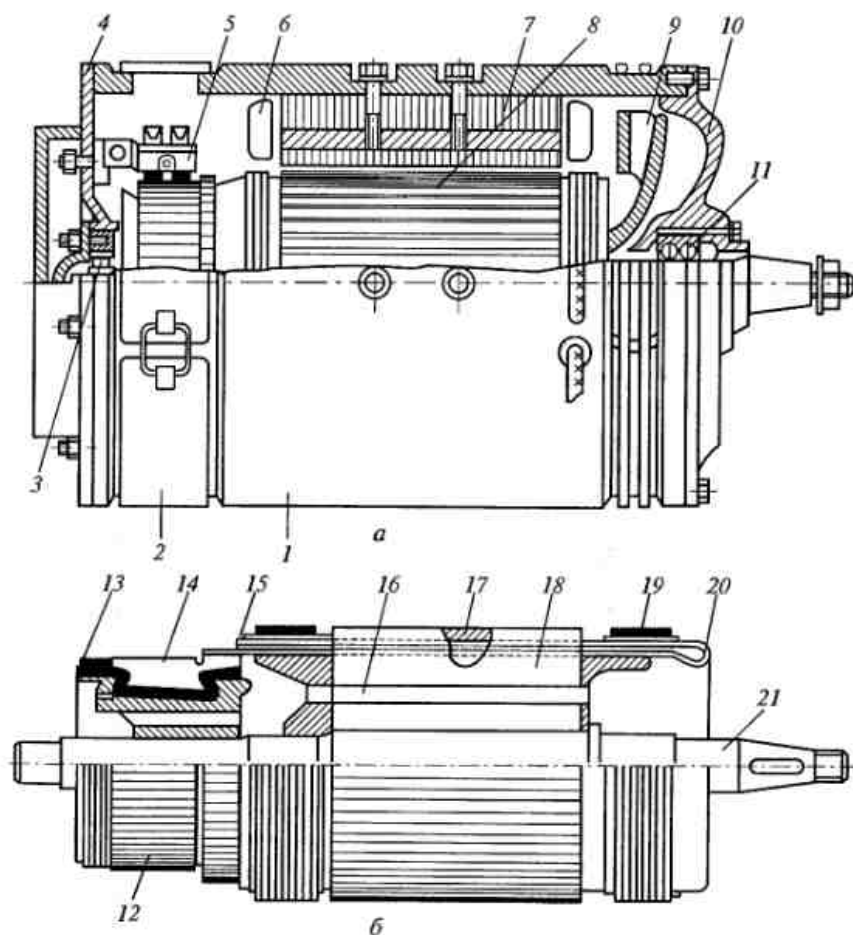


Рис. 40. Продольные разрезы тягового двигателя (а) и его якоря (б)

вителя, заводского номера, массы, тока, частоты вращения, мощности и напряжения.

Главные полюсы. Они предназначены для создания основного магнитного потока. Главный полюс состоит из сердечника 7 (см. рис. 40, а) и катушки 6. Катушки всех главных полюсов соединены последовательно и составляют *обмотку возбуждения*. Сердечник набран из листов электротехнической стали толщиной 1,5 мм для уменьшения вихревых токов. Перед сборкой листы прокрашивают изоляционным лаком, сжимают прессом и скрепляют заклепками. Часть сердечника, обращенная к якорю, выполнена более широкой и называется *полюсным наконечником*. Эта часть служит для

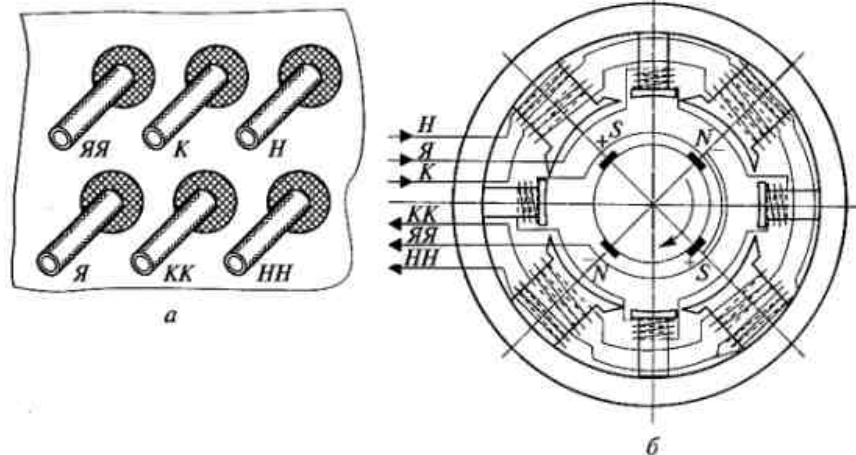


Рис. 41. Схема ввода (а) и соединения кабелей (б) двигателя:
 Я и ЯЯ — начало и конец обмотки якоря; Н и НН — начало и конец обмотки подмагничивания; К и КК — начало и конец обмотки возбуждения

поддержания катушки, а также для лучшего распределения магнитного потока в воздушном зазоре.

В тяговых двигателях ДК-108А, установленных на вагонах Е (по сравнению с ДК-104 на вагонах Д), увеличен зазор между якорем и главными полюсами, что, с одной стороны, дало возможность увеличить скорость в ходовых режимах на 26 %, а с другой стороны, уменьшилась эффективность электрического торможения (медленное возбуждение двигателей в генераторном режиме из-за недостаточного магнитного потока). Для увеличения эффективности электрического торможения в катушках главных полюсов кроме двух основных обмоток, создающих основной магнитный поток в тяговом и тормозном режимах, имеется третья — подмагничивающая, которая создает дополнительный магнитный поток при работе двигателя только в генераторном режиме. Подмагничивающая обмотка включена параллельно двум основным и получает питание от высоковольтной цепи через автоматический выключатель, предохранитель и контактор ТШ (см. рис. 110). Изоляция катушек главных полюсов кремнийорганическая.

Главный полюс крепится к остову двумя болтами, которые ввертывают в квадратный стержень, расположенный в теле сердечника.

Добавочные полюсы. Они предназначены для создания дополнительного магнитного потока, который улучшает коммутацию и уменьшает реакцию якоря в зоне между главными полюсами. По размерам они меньше главных полюсов и расположены между ними. Добавочный полюс состоит из сердечника и катушки.

Сердечник выполнен монолитным, так как вихревые токи в его наконечнике не возникают из-за небольшой индукции под добавочным полюсом. Крепится сердечник к остову двумя болтами. Между остовом и сердечником для меньшего рассеяния магнитного потока установлена диамагнитная латунная прокладка.

Катушки добавочных полюсов соединены последовательно одна с другой и с обмоткой якоря.

Якорь. Машина постоянного тока имеет якорь (рис. 42), состоящий из сердечника 4, обмотки, коллектора 7 и вала 1. Сердечник якоря представляет собой цилиндр, набранный из штампованных листов электротехнической стали 2 толщиной 0,5 мм.

Для уменьшения потерь от вихревых токов, возникающих при пересечении якорем магнитного поля, листы изолируют один от другого лаком. В каждом листе имеется отверстие со шпоночной канавкой для насадки на вал, вентиляционные отверстия и пазы для укладки обмотки якоря 6. В верхней части пазы имеют форму ласточкиного хвоста. Листы насаживают на вал и фиксируют шпонкой. Собранные листы прессуются между двумя нажимными шайбами 3 и 5.

Обмотка якоря 20 (см. рис. 40, б) состоит из секций, которые укладывают в пазы сердечника 18 и пропитывают асфальтовым и бакелитовым лаками. Чтобы обмотка не выпадала из пазов, в пазовую часть забивают текстолитовые клинья 17, а переднюю и заднюю части обмотки укрепляют проволочными бандажми 19, которые после намотки пропаивают оловом.

Назначение коллектора 12 машины постоянного тока в различных режимах работы неодинаково. Так, в генераторном режиме коллектор служит для преобразования переменной электродвижущей силы (э.д.с.), индуцируемой в обмотке якоря, в постоянную э.д.с. на щетках генератора, в двигательном — для изменения направления тока в проводниках обмотки якоря, чтобы якорь двигателя вращался в какую-либо определенную сторону.

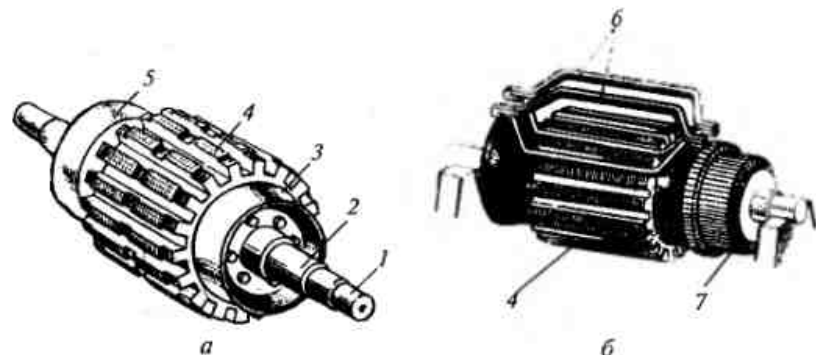


Рис. 42. Сердечник якоря (а) и якорь в процессе сборки (б)

Коллектор состоит из втулки, коллекторных медных пластин 14, нажимного конуса. Коллекторные пластины изолированы друг от друга миканитовыми пластинами, от втулки и нажимного конуса — изоляционными манжетами 13. Рабочую часть коллектора, имеющую контакт со щетками, протачивают на станке и шлифуют. Чтобы при работе щетки не касались миканитовых пластин, коллектор подвергают «продорожке». При этом миканитовые пластины становятся ниже коллекторных примерно на 1 мм. Со стороны сердечника в коллекторных пластинах предусмотрены выступы 15 с прорезью для впаивания проводников обмотки якоря. Коллекторные пластины имеют клинообразное сечение, а для удобства крепления — форму «ласточкин хвост». Коллектор насаживают на вал якоря пресовой посадкой и фиксируют шпонкой.

Вал якоря 21 имеет разные посадочные диаметры. Кроме якоря и коллектора, на вал напрессована стальная втулка вентилятора. Внутренние кольца подшипников и подшипниковые втулки насажены на вал в горячем состоянии.

Подшипниковые щиты. В щитах 4, 10 (см. рис. 40, а) установлены шариковые или роликовые подшипники — надежные и не требующие большого ухода. Со стороны коллектора стоит упорный подшипник 3; его наружное кольцо опирается в прилив подшипникового щита. Со стороны тяговой передачи установлен свободный подшипник 11, который позволяет валу якоря удлиняться при нагреве. Для подшипников применяют густую консистентную смазку. Чтобы смазка при работе двигателей не выбрасывалась из смазочных камер, предусмотрено гидравлическое (лабиринтное) уплотнение. Вязкая смазка, попав в небольшой зазор между канавками-лабиринтами, проточенными в щите, и втулкой, насаженной на вал, под действием центробежной силы отбрасывается к стенкам лабиринта, где самой смазкой создаются гидравлические перегородки.

Подшипниковые щиты крепят к обеим сторонам остова.

Щеточный аппарат. Для соединения коллектора двигателя с силовой цепью вагона используют электрографитные щетки марки ЭГ-2А, которые обладают хорошими коммутационными свойствами, высокой механической прочностью и способны выдерживать большие перегрузки. Щетки представляют собой прямоугольные призмы размером 16 × 32 × 40 мм. Рабочую поверхность щеток пришлифовывают к коллектору для обеспечения надежного контакта.

Щетки устанавливают в обоймы, называемые щеткодержателями, и соединяют с ними гибкими медными шунтами: в каждом щеткодержателе по две щетки, число щеткодержателей — четыре. Нажим на щетку осуществляется пружиной, упирающейся одним концом через палец в щетку, другим — в щеткодержатель.

Нажатие на щетку должно быть отрегулировано в строго определенных пределах, так как чрезмерный нажим вызывает быстрый износ щетки и нагрев коллектора, а недостаточный не обеспе-

чивает надежного контакта между щеткой и коллектором, вследствие чего возникает искрение под щеткой. Нажатие не должно превышать 25 Н (2,5 кгс) и быть менее 15 Н (1,5 кгс).

Щеткодержатель укрепляют на кронштейне и с помощью двух шпилек, запрессованных в кронштейн, крепят непосредственно к подшипниковому щиту. Кронштейн от щеткодержателя и подшипникового щита изолируют фарфоровыми изоляторами. Для осмотра коллектора и щеткодержателей в остове двигателя имеются люки с крышками 2 (см. рис. 40), обеспечивающими достаточную защиту от проникновения воды и грязи.

Вентилятор. В процессе работы необходимо охлаждать двигатель, так как с повышением температуры его обмоток снижается мощность двигателя.

Вентилятор 9 состоит из стальной втулки и силуминовой крыльчатки, скрепленных восемью заклепками. Лопатки крыльчатки расположены радиально для выброса воздуха в одном направлении. Вентилятор вращается вместе с якорем двигателя, создавая в нем разрежение. Потoki воздуха засасываются внутрь двигателя через отверстия со стороны коллектора. Часть воздушного потока омывает якорь, главные и добавочные полюса, другая проходит внутри коллектора и якоря по вентиляционным каналам 16. Воздух выталкивается наружу со стороны вентилятора через люк остова.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы конструкции тягового двигателя.
2. Каково назначение главных полюсов машины постоянного тока?
3. Как устроен якорь тягового двигателя?
4. Каково назначение добавочных полюсов?
5. Для чего предназначен коллектор машины постоянного тока?
6. Каково назначение щеточного аппарата?
7. Каким образом осуществляется вентиляция тягового двигателя?

§ 17. Работа тягового двигателя

Принцип работы. Если машину постоянного тока подключить к источнику напряжения (контактной сети), то она станет работать как электрический двигатель, т. е. превращать электрическую энергию в механическую, развивая вращающий момент на валу двигателя. Принцип действия электродвигателя постоянного тока основан на взаимодействии тока, протекающего по обмотке якоря, и магнитного поля, создаваемого полюсами машины.

$$M_{вр} = c I_{я} \Phi,$$

где c — коэффициент пропорциональности, учитывающий постоянные для данного двигателя величины — число пар полюсов, число проводников и число параллельных ветвей обмотки якоря; $I_{я}$ — ток якоря; Φ — магнитный поток.

Если поместить в магнитное поле прямоугольный виток с током, то на стороны витка будут действовать силы, направленные противоположно (направление сил можно определить, пользуясь правилом левой руки). В результате действия этих сил возникнет вращающий момент, который вызовет поворот витка. Машина постоянного тока имеет много витков, последовательно соединенных и расположенных на якоре в виде обмотки. Если пропустить ток через обмотку якоря, то в результате взаимодействия его с магнитным полем полюсов машины возникнут силы, действующие на каждый виток (рис. 43, а). При совместном действии этих сил создается вращающий момент на валу — машина работает двигателем.

При вращении якоря его обмотка пересекает магнитное поле главных полюсов, поэтому в ней по закону электромагнитной индукции возникает э.д.с. Направление э.д.с., индуцируемой в проводнике, определяется правилом правой руки, будет противоположно напряжению сети. Отсюда ток в обмотке якоря двигателя при его работе

$$I_{я} = \frac{(U - E)}{r_{я}},$$

где U — напряжение сети; E — э.д.с.; $r_{я}$ — сопротивление обмотки якоря двигателя.

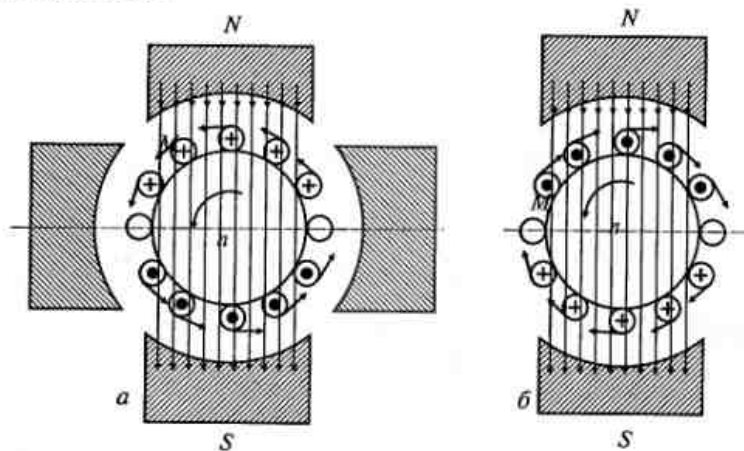


Рис. 43. Схема, поясняющая возникновение вращающего (а) и тормозного (б) моментов электродвигателя

Значение э.д.с. зависит от частоты вращения n (числа оборотов) двигателя и магнитного потока Φ :

$$E = cn\Phi.$$

Частота вращения якоря определяется в соответствии с формулами:

$$n = \frac{E}{c\Phi},$$

где

$$E = U - I_{я}r_{я}.$$

Тогда

$$n = \frac{U - I_{я}r_{я}}{c\Phi}. \quad (1)$$

Частота вращения якоря электродвигателя последовательного возбуждения меняется в зависимости от нагрузки автоматически, так как вместе с изменением тока в обмотке якоря меняется магнитный поток полюсов. Из формулы (1) видно, что частота вращения якоря n обратно пропорциональна значению магнитного потока Φ . Поэтому нагруженный двигатель (например, при движении груженого вагона на подъеме), потребляющий из сети большой ток, имеет значительный магнитный поток и небольшую частоту вращения якоря. При уменьшении же нагрузки на валу ток в обмотке якоря уменьшается, магнитный поток также уменьшается и частота вращения якоря возрастает. В обоих случаях машина работает почти с постоянной мощностью, благодаря чему колебания нагрузки тяговых подстанций и контактной сети невелики, что улучшает условия их работы.

Реакция якоря. При работе двигателя ток в обмотке якоря создает свое магнитное поле — поле якоря. Одновременное существование двух магнитных полей — поля полюсов и поля якоря — приводит к образованию результирующего магнитного поля (рис. 44).

Действие магнитного поля якоря на поле полюсов машины называется *реакцией якоря*. Ось результирующего магнитного поля сдвигается относительно физической нейтрали (линии, перпендикулярной оси магнитного поля) в сторону, противоположную направлению вращения якоря двигателя. Для уменьшения реакции якоря и улучшения коммутации щетки двигателей постоянного тока сдвигают в сторону, обратную направлению вращения.

Реакция якоря создает неравномерность распределения магнитного потока по окружности якоря: под краями полюсов интенсивность магнитного потока выше. Это может привести к возникновению сильного искрения под щетками и даже кругового огня

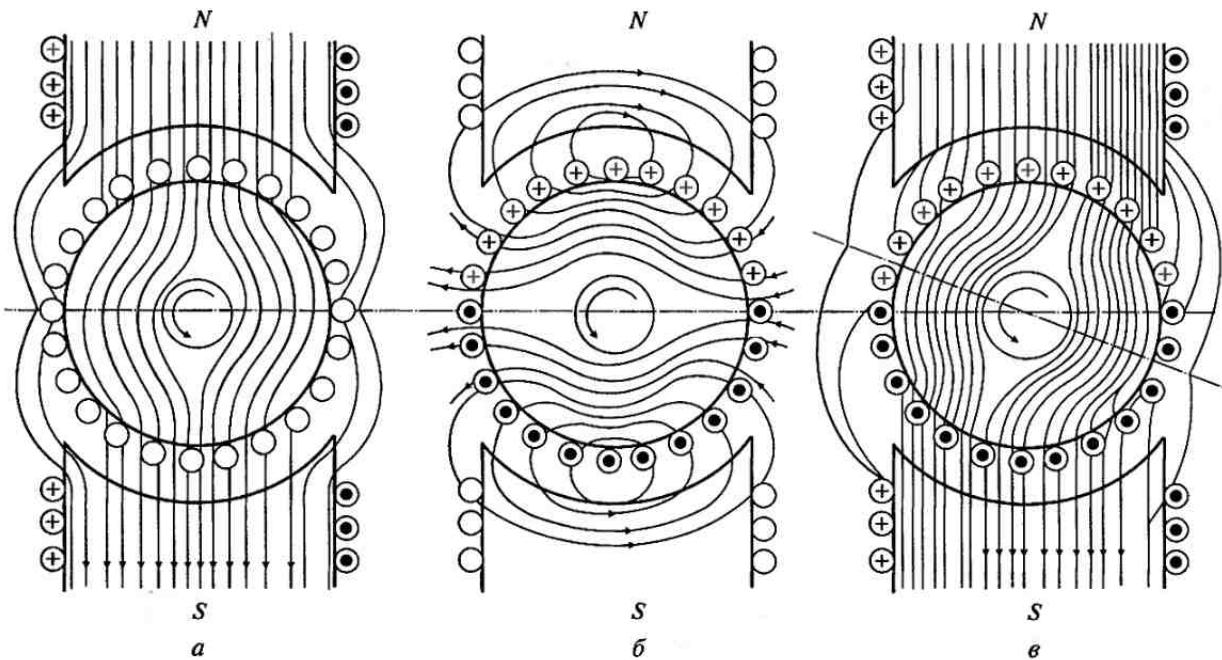


Рис. 44. Направления магнитных потоков обмоток возбуждения (*а*), якоря (*б*) и изменения потока вследствие реакции якоря (*в*)

на коллекторе. Для предотвращения сильного увеличения магнитной индукции под краями полюсных наконечников искусственно увеличивают магнитное сопротивление в указанных местах. Для этого делают больше воздушный зазор под краями полюсных наконечников, внутреннюю поверхность которых располагают эксцентрично относительно наружной поверхности якоря. Так как магнитный поток стремится пройти по пути наименьшего магнитного сопротивления, то большая часть потока полюса проходит в этом случае в якорь через среднюю часть полюса, а потоки через края полюсных наконечников будут минимальными.

Коммутация. Под коммутацией понимают все явления и процессы, возникающие под щетками при работе машин постоянного тока. Если щетки искрят, то говорят, что машина имеет плохую коммутацию; если искрение отсутствует, то коммутацию называют хорошей. Искрение щеток могут вызвать многие причины; их разбивают на две группы: механические и электромагнитные. К механическим причинам относятся: слабое нажатие щеток на коллектор, плохая притирка их по поверхности коллектора, некачественная продорожка, плохо отшлифованная поверхность пластин, вибрация щеткодержателей и т. д. Все это приводит к вибрации щеток, в связи с чем возможны кратковременный отрыв щетки от коллектора и возникновение кратковременной электрической дуги.

Электромагнитные причины приводят к тому, что даже при идеальном состоянии щеточного контакта при выходе коллекторной пластины из-под щетки разрывается ток и возникает короткая электрическая дуга, повреждающая края щетки и коллекторных пластин. Искрение, вызванное электромагнитными причинами, повреждает поверхность коллектора и, как следствие, приводит к вибрации щеток, т. е. способствует возникновению искрения из-за механических причин.

Качество коммутации оценивается степенью искрения под сбегающим краем щетки при вращении коллектора по следующей шкале:

- 1 — отсутствие искрения (темная коммутация);
- 1 $\frac{1}{4}$ — слабое точечное искрение под небольшим числом щеток; почернения на коллекторе и следов нагара на щетках нет;
- 1 $\frac{1}{2}$ — слабое искрение под половиной щеток; наблюдается появление следов почернения на коллекторе и нагара на щетках, легко устранимых протиранием поверхности коллектора бензином;
- 2 — искрение под всеми щетками; следы почернения на коллекторе и следы нагара на щетках не устраняются при протирании коллектора бензином;
- 3 — значительное искрение под всеми щетками, наличие крупных вылетающих искр; происходят значительное почернение коллектора, подгар и частичное разрушение щеток.

При степенях искрения 2 и 3 тяговые двигатели к эксплуатации не допускаются.

Возбуждение. В зависимости от способа создания магнитного поля различают машины постоянного тока с независимым возбуждением и самовозбуждением.

У машин с независимым возбуждением обмотки главных полюсов (обмотки возбуждения) питаются от постороннего источника тока. Напряжение на обмотку возбуждения полюсов машины с самовозбуждением подается с ее щеток, причем обмотка возбуждения может быть включена последовательно с обмоткой якоря или параллельно ей. В первом случае машины называют машинами последовательного возбуждения, во втором — параллельного возбуждения. Возможен и такой вариант, когда машина имеет две обмотки возбуждения, намотанные на одни и те же полюса и включенные — одна последовательно с обмоткой якоря, другая — параллельно ей. Такие машины называют машинами смешанного возбуждения.

Тот или иной тип возбуждения определяется назначением машины. Тяговые двигатели вагонов метрополитена являются машинами постоянного тока последовательного возбуждения.

Ток, протекающий по обмоткам якоря и возбуждения, одинаков, и магнитный поток, создаваемый обмоткой возбуждения, при малом насыщении стали магнитопровода пропорционален току якоря: $\Phi = c_1 I_a$. Так как вращающий момент на валу двигателя $M = c_2 I_a \Phi$, то для двигателя последовательного возбуждения можно считать, что $M = c_2 I_a^2$. В этих формулах c_1, c_2 — коэффициенты, учитывающие параметры двигателя (его размеры, число пар полюсов, число проводников обмотки якоря и т.п.) и размерности величин, входящих в формулу.

Квадратичная зависимость вращающего момента от тока в обмотке якоря позволяет при электродвигателе последовательного возбуждения резко увеличивать силу тяги, вращающий момент при пуске, когда двигатель должен преодолеть инерцию нагрузки на валу.

Контрольные вопросы

1. Поясните принцип работы машины постоянного тока в режиме двигателя.
2. От чего зависит вращающий момент двигателя?
3. Какой формулой определяется частота вращения вала двигателя? От чего зависит частота вращения?
4. Что такое реакция якоря и как она влияет на коммутацию машины?
5. Как оценивается качество коммутации?
6. Как классифицируются машины постоянного тока по способу возбуждения?
7. Почему в качестве тяговых двигателей используются машины постоянного тока с последовательным возбуждением?

При включении тягового двигателя в сеть последовательно с обмоткой якоря включается пусковой реостат. При отсутствии пускового реостата в первый момент, когда якорь неподвижен, ток, потребляемый двигателем, $I = U/r_{дв}$, где $r_{дв}$ — сопротивление обмоток двигателя.

Так как сопротивление $r_{дв}$ мало (0,18 Ом), ток, потребляемый из сети, был бы во много раз больше допустимого. От такого тока могли бы пострадать обмотка якоря, коллектор, щетки. Поэтому последовательно с обмоткой якоря *ОЯ* (рис. 45) и обмоткой возбуждения *ОВ* приходится включать пусковой реостат сопротивлением r_p , что дает возможность снизить пусковой ток до допустимого значения.

В этом случае начальный пусковой ток в цепи якоря

$$I_{нач} = \frac{U}{r_{дв} + r_p}$$

Как только якорь начнет вращаться, в его обмотке будет наводиться э.д.с. Согласно правилу правой руки наведенная э.д.с. *Е* будет направлена против приложенного к тяговому двигателю напряжения и, следовательно, против тока в обмотке якоря.

При вращении якоря тягового двигателя с включенным пусковым реостатом потребляемый из сети ток

$$I = \frac{U - E}{r_{дв} + r_p}$$

По мере увеличения частоты вращения якоря э.д.с. будет расти, и, если не уменьшать сопротивление пускового реостата, ток, потребляемый двигателем, будет падать. Так как при пуске и разгоне вагона следует поддерживать наибольший допустимый для двигателей ток, сопротивление пускового реостата следует по мере разгона уменьшать.

Если ток во время разгона окажется больше максимально допустимого, то может возникнуть боксование колес.

Чтобы сила тяги была наиболее постоянной во время пуска, пусковые реостаты должны иметь большое число ступеней (секций), отключаемых по мере разгона. Если число ступеней мало, то при отключении каждой из них значительно меняется ток, что приводит к резкому изменению силы тяги, и возникающий толчок вызывает неприятные ощущения у пассажиров.

Наиболее экономичен режим пуска, при котором вагон быстро набирает

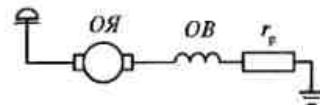


Рис. 45. Схема включения пускового реостата

полную скорость: при этом меньше расход электроэнергии на нагрев пусковых реостатов, так как они в течение меньшего времени находятся под током.

Во время пуска секции реостата постепенно замыкаются накоротко (выводятся) специальными выключателями, называемыми *контакторами*.

Для увеличения числа ступеней пускового реостата при минимальном числе контакторов в процессе пуска применяют параллельное и смешанное соединение отдельных секций. Это позволяет добиться довольно плавного изменения общего сопротивления секций реостата в цепи тяговых двигателей. На рис. 46 приведен пример соединения секций реостата при пуске тяговых двигателей.

Очередность замыкания и размыкания контакторов 1, 2, 3 и 4, определяющая комбинацию соединения секций пускового реостата, поясняется *таблицей включения контакторов* (табл. 1). Кругик, поставленный в клетке таблицы, показывает, что на данной ступени регулирования соответствующий контактор включен. В последней графе таблицы поясняется порядок выведения секций пускового реостата. Знак «+» указывает на последовательное соединение секций, а знак «||» — на параллельное.

Как видно из табл. 1, благодаря применению последовательно-параллельного соединения секций удается при четырех контакторах получить семь ступеней регулирования сопротивления пускового реостата. Максимальное сопротивление реостата подбирают таким, чтобы пусковой ток не превышал допустимое значение и двигатель при этом создавал требуемый пусковой момент (требуемую силу тяги при пуске).

На рис. 47, а и б показана реостатная характеристика I , по которой осуществляется пуск двигателя. По мере возрастания частоты вращения якоря развиваемый им пусковой момент M и ток I постепенно уменьшаются. Когда ток и пусковой момент уменьшатся до минимальных допустимых значений (соответственно I_{\min} и M_{\min}), выводят первую секцию пускового реостата. При этом ток

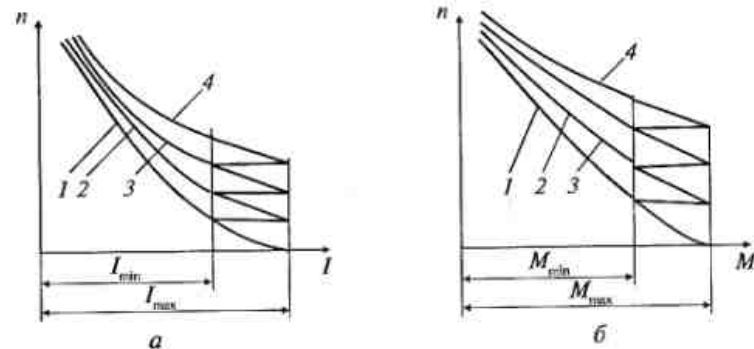


Рис. 47. Пусковые характеристики тягового двигателя $n(I)$ (а) и $n(M)$ (б)

и пусковой момент резко возрастают и снова достигают максимально допустимых значений.

После выведения первой секции пускового реостата пуск производится по реостатной характеристике 2, расположенной выше характеристики 1. Когда ток и пусковой момент уменьшаются до минимальных значений, выводится вторая секция реостата; ток и пусковой момент снова возрастают до максимальных значений, и пуск осуществляется по реостатной характеристике 3.

Постепенное выведение секций пускового реостата осуществляется до тех пор, пока двигатель не начнет работать по естественной, или, как ее еще называют, автоматической характеристике 4.

В процессе пуска происходят некоторые колебания тока и пускового момента (силы тяги), однако при большом числе ступеней эти колебания не оказывают вредного влияния на работу подвижного состава. Можно считать, что пуск тягового двигателя происходит при некотором среднем значении момента, при котором он развивает постоянное ускорение в процессе пуска.

Естественную характеристику называют автоматической, потому, что при работе по ней тяговый двигатель автоматически изменяет развиваемый им вращающий момент и частоту вращения в зависимости от изменения момента сопротивления. В процессе же пуска при работе на реостатных характеристиках вращающий момент двигателя может регулироваться независимо от момента сопротивления и обычно бывает больше него.

Развиваемый тяговым двигателем при пуске вращающий момент зависит от включенного в цепь якоря сопротивления и от скорости его выведения: чем больше вращающий момент двигателя по сравнению с моментом сопротивления, тем большее ускорение развивает двигатель и тем быстрее заканчивается процесс пуска.

По окончании пуска реостат полностью выводится из цепи, так как он рассчитан на кратковременную работу.

Таблица 1

Ступени	Включены контакторы				Включены секции
	1	2	3	4	
1	—	—	—	—	$R_1 + R_2 + R_3 + R_4$
2	●	—	—	—	$R_2 + R_3 + R_4$
3	●	●	—	—	$R_3 + R_4$
4	—	—	●	—	R_4
5	—	—	●	●	$R_1 \parallel (R_2 + R_3) \parallel R_4$
6	—	●	●	●	$R_1 \parallel R_3 \parallel R_4$
7	●	●	●	●	—

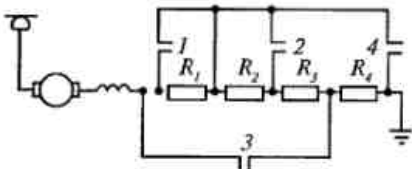


Рис. 46. Схема выведения секций пускового реостата

1. Для чего предназначен пусковой реостат?
2. Что представляет собой пусковой реостат?
3. Для чего пусковой реостат имеет большое число ступеней?

§ 19. Регулирование частоты вращения якоря тягового двигателя и изменение направления его вращения

Способы регулирования частоты вращения якоря. Из формулы (1) следует, что частота вращения якоря двигателя постоянного тока зависит от питающего напряжения U , падения напряжения $I_{я}r_{я}$ в цепи обмотки якоря и магнитного потока Φ . Поэтому ее можно регулировать тремя способами:

- изменением питающего напряжения U ;
- включением реостата в цепь обмотки якоря;
- изменением магнитного потока Φ .

Так как напряжение в контактной сети метрополитена постоянное, то изменить питающее напряжение тяговых двигателей можно их перегруппировкой. Для того чтобы получить минимальную скорость вагона, к каждому из четырех тяговых двигателей подводится минимальное напряжение, что обеспечивается тогда, когда двигатели соединены последовательно (рис. 48, *а*). При таком соединении напряжение, подводимое к одному двигателю, в 4 раза меньше напряжения в контактном рельсе.

Соединение тяговых двигателей 1—4 в две параллельные группы (рис. 48, *б*) по два последовательно включенных в каждой условно называют параллельным. В этом случае напряжение, подводимое к каждому двигателю, будет в 2 раза меньше напряжения в контактном рельсе, и частота вращения якоря двигателя увеличится вдвое по сравнению с частотой вращения при последовательном соединении.

При включении реостата напряжение питающей сети распределяется между тяговыми двигателями и реостатом. По мере выведения ступеней реостата увеличивается напряжение на зажимах двигателей и соответственно частота вращения якорей двигателей.

Такой способ регулирования прост и позволяет плавно изменять частоту вращения в широком диа-

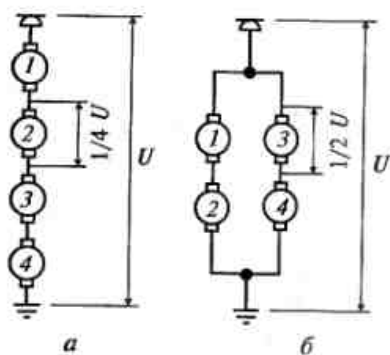


Рис. 48. Схемы последовательного (а) и последовательно-параллельного (б) соединения тяговых двигателей

пазоне. Однако при этом возникают большие потери энергии в реостате.

Для регулирования частоты вращения якоря изменением магнитного потока шунтируют обмотки главных полюсов — обмотки возбуждения (рис. 49, *а*). В этом случае параллельно обмоткам возбуждения включают резистор $R_{ш}$, и через обмотку возбуждения будет протекать только часть тока обмотки якоря (другая часть этого тока в точке O ответвляется в шунтирующий резистор), что приводит к ослаблению возбуждения тягового двигателя и возрастанию частоты вращения его якоря.

Степень ослабления возбуждения зависит от сопротивления шунтирующего резистора. На подвижном составе метрополитена для плавного изменения частоты вращения якоря применяют несколько ступеней ослабления возбуждения.

Рассмотрим пример ослабления возбуждения двумя ступенями (рис. 49, *б*). При включении только контактора 1 образуется первая ступень, при которой параллельно обмотке возбуждения включаются две последовательно соединенные секции шунтирующего резистора. При включенных контакторах 1 и 2 получают вторую ступень ослабления возбуждения, при которой параллельно обмотке возбуждения включена одна секция шунтирующего резистора (вторая замкнута контактором 2).

Скоростные ходовые характеристики, показанные на рис. 50, соответствуют последовательному (С) и параллельному (П) соединениям тяговых двигателей с различными степенями ослабления возбуждения. При полном возбуждении (ПП) последовательно соединенных тяговых двигателей вагон имеет определенную скорость. Включив первую ступень ослабления возбуждения (ОП1), получают новую возросшую скорость движения. Второй ступени ослабления возбуждения (ОП2) соответствует еще одна скорость движения вагона при последовательном соединении тяговых двигателей. То же самое можно сделать и при параллельном соединении тяговых двигателей (П).

Если в тяговом режиме для увеличения частоты вращения якоря возбуждение тяговой машины уменьшают, то в тормозном режиме для уменьшения частоты вращения якоря возбуждение увеличивают.

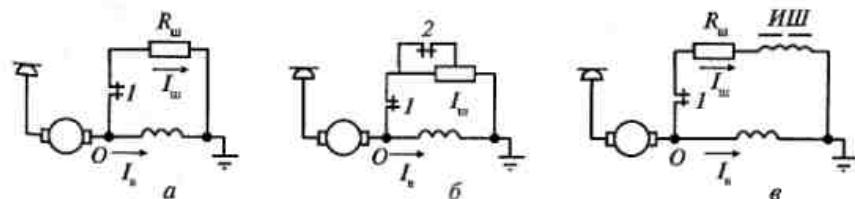


Рис. 49. Схемы ослабления возбуждения тягового двигателя

Назначение индуктивного шунта. Обмотка возбуждения тягового двигателя обладает большой индуктивностью, поскольку через ее витки протекает большой ток, а сердечник имеет большую массу. В цепях же с большой индуктивностью при изменении или отключении тока и его последующем включении (например, при отрыве токоприемника от контактного рельса) возникает значительная э. д. с. самоиндукции. Так как э. д. с. направлена против тока и препятствует его протеканию по обмотке возбуждения, то большая часть тока пойдет по шунтирующему резистору, что приведет к нарушению принятого распределения токов I_n и I_m в параллельных ветвях и к недопустимому ослаблению магнитного потока тягового двигателя.

Для того чтобы избежать чрезмерного ослабления магнитного потока тягового двигателя при резком изменении тока, что может привести к возникновению кругового огня на коллекторе, последовательно с шунтирующим резистором включают катушку индуктивности ИШ, называемую *индуктивным шунтом* (рис. 49, в). Изменение тока в цепи двигателя будет вызывать возникновение э. д. с. самоиндукции как в обмотке возбуждения, так и в индуктивном шунте. При этом индуктивность шунта выбирают близкой к индуктивности обмотки возбуждения, чтобы э. д. с. самоиндукции не нарушила принятого распределения токов I_n и I_m между обмоткой возбуждения и шунтирующей цепью.

Изменение направления вращения якоря. Для изменения направления вращения якоря (реверсирования) двигателя нужно изменить или направление магнитного потока главных полюсов машины, или направление тока в обмотке якоря. Одновременное изменение магнитного потока и тока якоря не приведет к изменению направления вращения, в чем можно убедиться, применив правило левой руки.

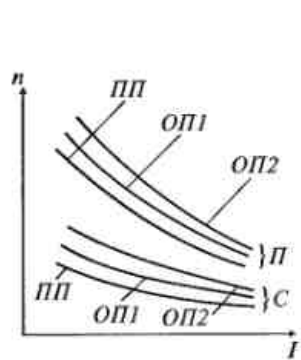


Рис. 50. Скоростные характеристики тягового двигателя

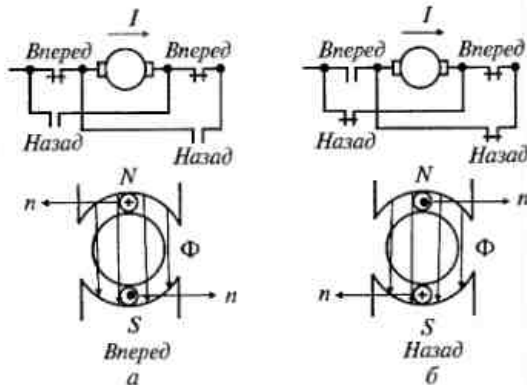


Рис. 51. Схемы изменения направления вращения якоря тягового двигателя

Для упрощения силовых цепей реверсирование двигателей осуществляют, изменяя направление тока в обмотках якорей (рис. 51, а и б).

Реверсируют тяговые двигатели аппаратами, называемыми *реверсорами*, в которых в зависимости от задаваемого направления вращения включаются контакторы *Вперед* или *Назад*.

Контрольные вопросы

1. Какими способами регулируют частоту вращения якоря тягового двигателя?
2. Каким образом осуществляется ослабление возбуждения двигателя?
3. Какими способами можно менять напряжение на зажимах тягового двигателя?
4. Как изменяют направление вращения вала тягового двигателя?

§ 20. Электрическое торможение

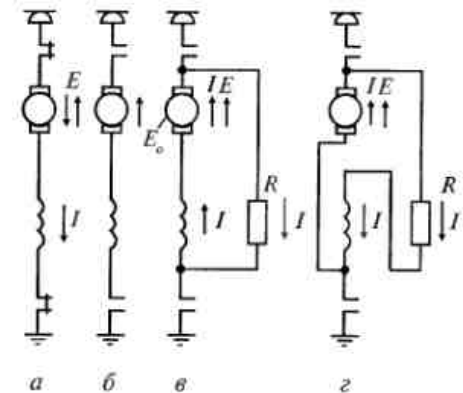
На вагонах метрополитена нашло широкое применение электрическое торможение. Тяговые двигатели при электрическом торможении работают в режиме генераторов, преобразующих кинетическую энергию движущегося вагона в электрическую. Эта энергия гасится в тормозных реостатах, в качестве которых используются пусковые реостаты (поэтому их называют *пускотормозными*).

Поясним, как возникает тормозная сила в тяговых двигателях, работающих в режиме электрического торможения. В режиме тяги (см. рис. 43, а) якорь при показанных направлениях магнитного потока и тока в его обмотке согласно правилу левой руки будет вращаться против часовой стрелки. В режиме выбега двигатели отключены от контактного рельса, ток в обмотке якоря отсутствует, но направление остаточного магнитного потока и направление вращения якоря сохраняются.

При электрическом торможении (см. рис. 43, б) направление вращения якоря и направление магнитного потока также сохраняются. Применяя правило правой руки, легко установить, что направление тока в обмотке якоря противоположно тому, что было в тяговом режиме. Этот ток создает тормозную силу, стремящуюся остановить якорь.

Тормозной ток пропорционален э. д. с., которая, в свою очередь, зависит от магнитного потока и частоты вращения якоря.

В тяговом режиме двигатель соединен с контактным рельсом (рис. 52, а). При отключении тягового двигателя от контактного рельса (рис. 52, б) в обмотке якоря наводится э. д. с. Если затем тяговый двигатель просто замкнуть на резистор (рис. 52, в), то появившийся ток I размагнитит двигатель и реостатное торможение станет невозможным (магнитный поток равен нулю).



Чтобы направление тока в обмотке возбуждения при реостатном торможении соответствовало направлению тока в ней при тяговом режиме и происходило не размагничивание, а усиление магнитного потока, тяговый двигатель включают по схеме, изображенной на рис. 52, г. Благодаря наличию остаточного магнитного потока двигателя в обмотке его якоря индуцируется первоначально небольшая э.д.с., в замкнутой цепи возникает относительно небольшой ток, который протекает по обмотке возбуждения в том же направлении, что и при тяговом режиме. Вследствие этого остаточный магнитный поток возрастает и вызывает увеличение э.д.с. в обмотке якоря и тока в цепи. Таким образом происходит процесс самовозбуждения машины, при котором ток в цепи быстро нарастает.

Сначала, пока магнитная система машины не насыщена, вместе с током быстро растет и магнитный поток. Однако когда насыщение магнитопровода начинает сказываться, магнитный поток растет медленнее тока и наконец наступает момент, когда э.д.с., индуцируемая в обмотке якоря, уравновешивается падением напряжения в сопротивлении цепи. Это соответствует установившемуся значению тормозного тока.

В процессе реостатного торможения с уменьшением частоты вращения якоря тягового двигателя будет уменьшаться создаваемое им напряжение, а следовательно, ток и развиваемый им тормозной момент (тормозная сила). Чтобы поддержать тормозную силу на определенном уровне по мере уменьшения скорости движения, необходимо постепенно уменьшать сопротивление реостата, подключенного к тяговому двигателю.

На рис. 53 жирной линией показан ступенчатый переход с одной характеристики на другую при выключении отдельных секций тормозного ре-



Рис. 53. Характеристики тягового двигателя, работающего в режиме реостатного торможения

остата для получения постоянного тормозного момента в процессе уменьшения частоты вращения якоря двигателя. Как видно из характеристик, тормозной момент M_t с уменьшением частоты вращения снижается. Это обстоятельство приводит к невозможности полностью остановить поезд, так как при малых скоростях исчезнет э.д.с. тягового двигателя, работающего в генераторном режиме, и прекратится прохождение тока, а следовательно, исчезнет тормозной эффект. Поэтому окончательную остановку поезда осуществляют пневматическим тормозом. Тяговые двигатели вагона при реостатном торможении включаются только параллельно, однако включение машин по схеме, указанной на рис. 54, а, устойчивой работы двигателей в тормозном режиме не обеспечило бы. Так, если по какой-либо причине увеличится ток I_1 в одном из параллельно включенных тяговых двигателей, работающих в генераторном режиме, то это вызовет увеличение э.д.с. E_1 . Одновременно уменьшаются ток I_2 и э.д.с. E_2 второго двигателя.

Это продолжается до тех пор, пока ток второй машины не упадет до нуля, после чего он изменит свое направление. При этом изменится полярность второй машины и вместо параллельного включения двух генераторов образуется замкнутый контур, в который оба генератора будут включены последовательно без какого-либо внешнего сопротивления (рис. 54, б). Такое включение генераторов представляет собой, по сути дела, их короткое замыкание, поэтому по замкнутому контуру начнет проходить большой ток, который вызовет круговой огонь по коллектору и повреждение колесных пар.

Таким образом, параллельно включенные генераторы с последовательным возбуждением не в состоянии работать устойчиво, т.е. поддерживать постоянство токов и э.д.с.

Для обеспечения устойчивой работы тяговых двигателей, работающих в генераторном режиме, их обмотки возбуждения включают с перекрещиванием, например по двойной циклической схеме (рис. 54, в). При перекрещивании обмоток ток якоря одного генератора проходит через обмотку возбуждения другого генератора. Благодаря этому всякое случайное возрастание тока в цепи

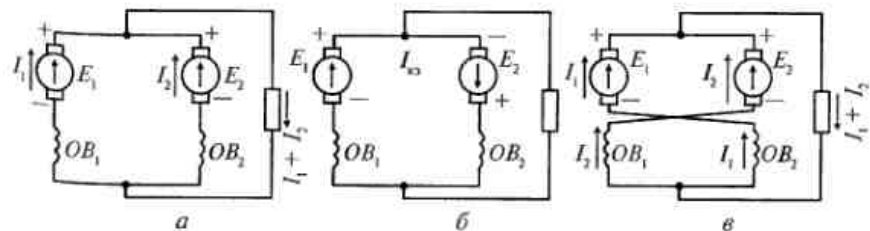


Рис. 54. Схемы параллельного включения генераторов

одного генератора вызовет усиление магнитного потока, а следовательно, и э.д.с. в другом генераторе, что обеспечит автоматическое выравнивание э.д.с. и токов в этих генераторах.

Большим преимуществом электрического торможения является значительно меньшая склонность к заклиниванию колес (юз) при больших значениях тормозной силы, чем при механическом торможении, и способность к самоосвобождению колес от юза. Если тормозной момент превзойдет максимально допустимое по условиям сцепления значение, то начавшееся скольжение колес вызовет резкое снижение частоты вращения якоря двигателя, работающего в генераторном режиме. При этом уменьшатся э.д.с. двигателя и создаваемая им тормозная сила, в результате через некоторое время снова восстановится нормальное сцепление колес с рельсами. Поэтому при электрическом торможении существенно уменьшается опасность юза, и он, как правило, проявляется в форме частичного проскальзывания колес по рельсам без резкой потери сцепления, как, например, при механическом торможении.

Контрольные вопросы

1. В каком режиме работают машины постоянного тока при электрическом торможении?
2. Поясните, как возникает тормозная сила в тяговых двигателях.
3. Каким образом тормозная сила поддерживается на определенном уровне?
4. По какой схеме включаются тяговые двигатели в режиме электрического торможения? Почему?

§ 21. Мотор-компрессоры

Для питания сжатым воздухом магистралей пневматической сети электропоезда применяют одноступенчатые двухцилиндровые компрессоры, приводом которых являются четырехполюсные электродвигатели постоянного тока с последовательным возбуждением типа ДК-408А или ДК-410. Последовательное возбуждение обуславливает наиболее простую схему включения электродвигателя, большие пусковые моменты и высокую перегрузочную способность.

Мощность электродвигателя определяют исходя из подачи компрессора и давления, на которое он рассчитан. Конструкции электродвигателя компрессора и тягового двигателя аналогичны.

Электродвигатель компрессора имеет следующие характеристики:

Мощность на валу, кВт	3,7
Напряжение, В	750
Частота вращения якоря, об/мин	1500

Соединение вала электродвигателя с коленчатым валом компрессора осуществляется через двухступенчатую зубчатую передачу. Остов двигателя имеет фланец, при помощи которого его стыкуют с корпусом компрессора. Мотор-компрессор крепят к раме кузова вагона тремя подвесными болтами.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение мотор-компрессора?
2. Что является приводом компрессора и от чего зависит его мощность?
3. Назовите основные технические данные электродвигателя компрессора.

§ 22. Уход за двигателями

Перед осмотром двигателей с цепей вагона необходимо снять напряжение. Главный разъединитель отключают.

Остов двигателя, а также его наружные части должны быть чистыми и не иметь подтеков смазки. Отверстия вентиляционных сеток не должны быть засорены и залиты смазкой. Необходимо, чтобы крышки коллекторных люков плотно прилегали к бортам люков, замки крышек закрывались и открывались не слишком туго.

Выводные концы двигателя должны быть надежно закреплены, изоляция их не должна быть повреждена. Брезентовые рукава проводов должны быть сухими, не иметь следов смазки и протертостей. Отверстия, через которые провода заведены в двигатель, должны обеспечивать исключение попадания в него влаги.

Все болты, крепящие полюсы, щиты, крышки и кронштейны щеткодержателей должны быть хорошо затянуты и предохранены от отвертывания.

Смазка из якорных подшипников не должна проникать внутрь двигателя.

Поверхность коллектора должна быть гладкой и чистой. Канавки между коллекторными пластинами не должны быть затянуты медью. Проверяют крепление кронштейнов щеткодержателей к остову.

Изоляторы не должны иметь трещин и следов переброса. Нажатие щеток должно находиться в пределах допусков. Щетки должны перемещаться в гнездах щеткодержателей свободно, без заедания, рабочая поверхность их должна быть блестящей. Если часть поверхности матовая, это указывает на то, что щетка плохо притерта. Щетки не должны иметь отколотых краев, а также быть изношенными сверх нормы (предельная высота щетки составляет 25 мм). Не допускается установка на двигатель щеток разных марок.

Силуминовый диск вентилятора должен быть плотно закреплен на втулке вентилятора и не иметь трещин.

ГЛАВА IV. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ПРИБОРЫ

§ 23. Общие сведения

Электрическая аппаратура подвижного состава метрополитена предназначена для управления работой тяговых двигателей (осуществления их пуска, регулирования частоты вращения якорей и изменения направления вращения, электрического торможения), включения и выключения электрических цепей, а также для защиты электрооборудования от токов короткого замыкания и перегрузок.

По способу управления электрические аппараты разделяют на две группы: с ручным управлением (например, выключатели, разъединители) и с дистанционным управлением; последние имеют электромагнитный, электродвигательный или электропневматический привод (например, реостатный контроллер, реверсор, контакторы).

Электрические аппараты работают в тяжелых условиях (сильная тряска, вибрация, резкие колебания температуры, воздействие пыли, влаги и т.д.), поэтому к ним предъявляются требования устойчивой работы при повышенной вибрации и больших перегрузках, небольшой чувствительности к температурным изменениям и внешнему загрязнению. Аппараты рассчитаны на эксплуатацию в условиях температуры окружающей среды от -50 до $+40$ °С, понижения напряжения срабатывания до 70 % номинального при питании катушек аппаратов от цепи тяговых двигателей и до 80 % при питании от аккумуляторной батареи.

Масса и размеры аппаратов ограничены возможностями их размещения на вагоне.

Износостойкость аппаратов, имеющих подвижные изнашивающиеся части и работающих при каждом пуске и торможении, должна соответствовать установленным нормам. Электрические аппараты с пневматическим приводом, рассчитанным на номинальное давление сжатого воздуха 0,5 МПа (5 кгс/см²), должны сохранять нормальную работоспособность при изменении давления от 0,38 до 0,68 МПа (от 3,8 до 6,8 кгс/см²).

Изоляция электрических аппаратов рассчитана на номинальное напряжение цепи, где установлен аппарат.

§ 24. Токоприемники

Устройство и принцип работы. Токоприемником называется электрический аппарат, через который высоковольтное оборудование вагона получает питание от контактного рельса. На вагонах метрополитена принята система нижнего токосъема, при котором вагонный

токоприемник, постоянно подтягиваемый пружинами вверх, скользит по контактному рельсу, расположенному сбоку от ходовых рельсов.

Подвод тока осуществляется с нижней стороны контактного рельса. Верхнюю и боковые части контактного рельса закрывают обшивкой для предохранения от несчастных случаев персонала, находящегося вблизи контактного рельса. Кроме того, при такой системе токосъема контактный рельс защищен от снега и на нем не может образоваться гололед.

На вагоне устанавливают четыре токоприемника типа ТР-3А или ТР-3Б по два с каждой стороны. Чтобы обеспечить надежную изоляцию от металлических частей вагона, токоприемник устанавливают на деревянном, пропитанном изоляционным маслом брусе, закрепленном на тележке.

Токоприемник состоит из башмака 1 (рис. 55), левого 4 и правого 10 кронштейнов, держателя 3 башмака, пружин 6, шунтов 7 и угольника 9 с контактной втулкой (пальцем) 8.

Башмак, держатель и кронштейны отлиты из стали.

Кронштейны связаны один с другим стальной пластиной, расположенной снизу; каждый из них крепится к деревянному брусу 11 двумя болтами. Держатель башмака крепят на оси 12, один конец которой укреплен в левом кронштейне, а другой — в правом. Держатель башмака может поворачиваться относительно кронштейнов вместе с осью.

Башмак крепят к держателю двумя болтами 2. Поверхности соприкосновения держателя с башмаком гребенчатые, что позволяет изменять высоту установки башмака; с этой же целью отверстия для крепежных болтов в теле держателя башмака выполнены продолговатыми. Необходимость регулировки высоты установки башмака вызывается износом либо башмака, либо бандажей колесных пар.

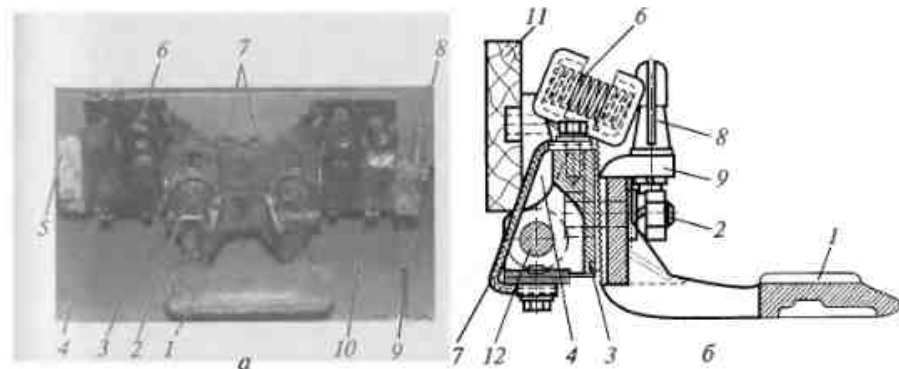


Рис. 55. Токоприемник:
а — общий вид; б — поперечный разрез

В случае сильного удара башмака о какой-либо посторонний предмет (например, при неисправности в устройстве контактного рельса и пр.) произойдет его излом в месте ослабленного сечения, чем защищается вся конструкция токоприемника от разрушения.

На башмак наваривают стальную контактную пластину. С нижней стороны в башмаке просверлены два контрольных отверстия. Башмак имеет боковые скосы, что обеспечивает плавность входа токоприемника под контактный рельс.

В верхней части держателя башмака имеются приливы с гнездами для пружин, каждая из которых другим концом упирается в гнезда кронштейнов. Пружины работают на сжатие, заставляя держатель с башмаком повернуться так, чтобы башмак занял наивысшее положение. При движении на линии с помощью этих пружин создается контактное нажатие башмака токоприемника на контактный рельс, которое зависит от усилия пружин и от положения башмака на держателе.

Недостаточное нажатие приводит к нарушению контакта и образованию электрической дуги при токоотводе, что приводит к недопустимому нагреву, оплавлению и разрушению контактных частей. Чрезмерное нажатие вызывает повышенный износ башмака и контактного рельса, а также может привести к поломке деталей токоприемника.

Для обеспечения надежного безыскрового токоотвода контактное нажатие должно находиться в определенных пределах и по возможности быть постоянным независимо от скорости движения вагона и от атмосферных условий.

Высокое напряжение на вагон, когда он находится в депо, подается через контактную втулку 8, расположенную на правом кронштейне токоприемника. На левом кронштейне установлен зажим 5 для крепления силового провода, который входит в силовую соединительную коробку вагона.

Держатель башмака соединен со стальной пластиной кронштейнов гибкими медными шунтами, что предотвращает прохождение тока через шарнирные соединения токоприемника и повреждение их от этого. Ток от башмака поступает на держатель, шунты, стальную пластину, связывающие кронштейны, и на силовой провод, который идет в соединительную коробку.

Для фиксации башмака в крайнем нижнем положении, в котором он отжат от контактного рельса, применяют штифт: его вставляют сверху в отверстие в левом кронштейне.

Технические данные токоприемника следующие:

Нажатие башмака на контактный рельс, Н (кгс), в положениях:	
рабочем	180—220 (18—22)
верхнем	80—120 (8—12)
нижнем	280—380 (28—38)

Ток продолжительного режима, А	300
Номинальное напряжение, В	750
Масса, кг	41,5

Уход за токоприемником. Осматривать токоприемник можно лишь в том случае, если вагон (электропоезд) находится на обесточенном участке. Перед осмотром токоприемник продувают сжатым воздухом и протирают чистой сухой ветошью.

При тщательном наружном осмотре необходимо убедиться в том, что детали и механизм токоприемника находятся в исправном состоянии, гибкие шунты и кабель, идущий от него, надежно закреплены. Касание кабеля о детали кузова и тележки не допускается.

Подвижная часть токоприемника должна поддаваться действию руки, при этом не должно ощущаться излишнего трения в шарнирах.

Башмак разрешается эксплуатировать до тех пор, пока контактная пластина не износится настолько, что будут видны сквозные контрольные отверстия. При таком износе башмак следует заменить новым или наварить контактную пластину.

Нажатие башмака на контактный рельс проверяют в различных положениях. Оно должно находиться в пределах, указанных в технических данных токоприемника. В противном случае необходимо проверить правильность и целостность пружин, а также состояние механизма и его трущихся частей.

Токоприемник должен допускать перестановку башмака из нижнего положения в верхнее.

При техническом обслуживании вагона оси токоприемников смазывают.

Контрольные вопросы

1. Каким образом осуществляется подвод тока от контактного рельса к электрооборудованию вагонов метрополитена?
2. Из каких основных деталей состоит токоприемник?
3. Почему поверхности соприкосновения башмака и держателя выполнены гребенчатыми?
4. Чем вызывается необходимость регулировать высоту установки башмака относительно контактного рельса? Как это делают?
5. С какой целью в конструкции башмака предусмотрено ослабленное сечение?
6. Каково назначение контрольных отверстий в теле башмака?
7. Как осуществляется нажатие башмака на контактный рельс и в каких пределах должно находиться его значение?
8. Для чего предназначена контактная втулка на кронштейне токоприемника?

9. Где и с какой целью установлены гибкие медные шунты в токоприемнике?

10. Каким образом фиксируется башмак в отжатом от контактного рельса положении?

11. В чем заключается уход за токоприемником?

§ 25. Главный разъединитель

Устройство и принцип работы. Главный разъединитель предназначен для отключения силовых цепей вагона от токоприемников при профилактических работах, осмотрах и в аварийных режимах. Разъединитель рассчитан на небольшое число включений и отключений, его конструкция предусматривает только ручной привод.

На вагонах установлены главные разъединители типа ГВ-10Е или ГВ-10Ж, представляющие собой однополюсный переключатель ножевого типа на два положения: в одном положении нож соединяет силовую цепь с токоприемником, в другом — размыкает ее. Разъединители размыкают только обесточенные цепи, поэтому выполняются без дугогасительных устройств.

Разъединитель смонтирован в металлическом ящике 1 (рис. 56), подвешенном к раме кузова. Для обеспечения электробезопасности персонала при выключении и включении разъединителя ящик крепят к раме без изоляторов.

Все детали главного разъединителя смонтированы на асбестоцементной доске 2, установленной внутри ящика. Силовые провода вводят в ящик через отверстия 13 в задней стенке, уплотненные резиновыми втулками, и закрепляют в зажимах 3 и 11 четырьмя

болтами. Зажимы соединены с подвижным и неподвижным контактами разъединителя.

Неподвижным контактом служит стойка 5, соединенная с токоприемником, а подвижным — нож, состоящий из двух медных пластин 4, шарнирно укрепленных на другой контактной стойке. Во включенном положении пластины ножа обхватывают с обеих сторон контактную стойку 5. Нажатие пластин на стойку обеспечивается двумя пружинящими шайбами, установленными на пластинах и стянутыми болтом.

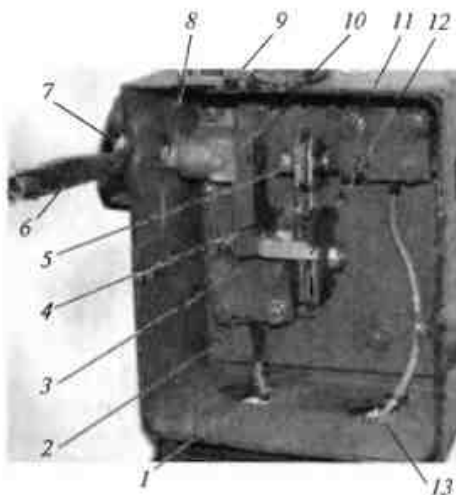


Рис. 56. Главный разъединитель

Переключение ножа из одного положения в другое осуществляется вручную реверсивной рукояткой 6 с помощью привода, состоящего из вала 8, изоляционной планки 10 и П-образной скобы 12. При повороте вала вращение через изоляционную планку передается на скобу, обхватывающую нож с двух сторон, которая поворачивает его, осуществляя включение или отключение цепи. Вращение вала производят реверсивной рукояткой контроллера машиниста, вставляемой в паз 7.

Разъединитель имеет блокировку, позволяющую вынуть рукоятку из аппарата только в том случае, когда нож находится в фиксированном положении, т. е. разъединитель полностью включен или выключен. Блокировка выполнена в виде колпака, закрывающего конец вала, выходящего из ящика и имеющего специальную конструкцию.

Хотя металлический ящик разъединителя не изолирован от рамы кузова, а вал, на котором укреплен нож, соединен с ящиком, для гарантирования большей безопасности персонала вал дополнительно соединяют со стенкой ящика шунтом 9.

Ящик закрывают стальной крышкой с уплотнением из губчатой резины, что предотвращает попадание в него влаги и пыли.

Технические данные главных разъединителей следующие:

Тип	ГВ-10Е	ГВ-10Ж
Ток продолжительного режима, А	360	400
Номинальное напряжение, В	750	750
Контактное нажатие, Н (кгс)	35—50 (3,5—5)	40—60 (4—6)
Усилие на реверсивной рукоятке, Н (кгс)	100—120 (10—12)	120—150 (12—15)
Масса, кг	10,5	10,5

Уход за главным разъединителем. Перед осмотром убеждаются в отсутствии напряжения. При осмотре разъединителя проверяют состояние контактных поверхностей ножа и стойки, замеряют контактное нажатие. В случае необходимости подтягивают гайку, сжимающую пружинящие шайбы, которые обеспечивают надежный контакт между стойкой и пластинами ножа. Контакты зачищают и смазывают тонким слоем технического вазелина. Проверяют состояние зажимов и крепление силовых проводов, состояние шунта. Обращают внимание на герметичность ввода проводов в ящик и плотность прилегания крышки.

Если при осмотре окажется, что внутренние детали покрыты пылью, следует проверить уплотнение ящика и в случае необходимости исправить его.

Проверяют надежность переключения разъединителя реверсивной рукояткой из положения «Выключено» в положение «Включено». Убеждаются в том, что реверсивная рукоятка свободно вынимается только после полного переключения. На фиксированных положениях свободный ход оси вращения ножа не допускается.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходим главный разъединитель?
2. Почему ящик с главным разъединителем подвешивают к раме кузова без изоляторов?
3. Каким образом включают и выключают главный разъединитель?
4. Почему главный разъединитель не имеет дугогасительного устройства?
5. Каково назначение блокировки привода главного разъединителя?
6. С какой целью привод главного разъединителя соединен медным шунтом с металлическим ящиком?
7. На что необходимо обращать внимание при осмотре главного разъединителя?
8. В чем заключается уход за главным разъединителем?

§ 26. Заземляющие устройства

Устройство и принцип работы. Заземляющие устройства ЗУМ предназначены для соединения электрических цепей вагона с колесными парами, через которые замыкаются цепи тока на ходовые рельсы, соединенные с минусовым выводом тяговой подстанции.

На вагоне установлены четыре заземляющих устройства (рис. 57). Они имеют щеточную конструкцию. Две армированные щетки 4 установлены в щеткодержателях 1, которые могут проворачиваться вокруг осей. С помощью пружины 3 щетки прижимаются к контактному кольцу, напрессованному на удлиненную ступицу вагонного колеса. Нажатие щеток регулируют, изменяя натяжение пружины.

Ток к щеткам от заземляющего провода подводится гибкими медными проводами 2 (шунтами), наконечники которых закрепляются болтами.

Заземляющее устройство крепят с помощью держателя и пальца к корпусу редуктора. Для этого на боковой стенке корпуса снаружи прилита бобышка, в которой сделано отверстие для крепления пальца. Палец изолирован накладками и изоляционными шайбами,

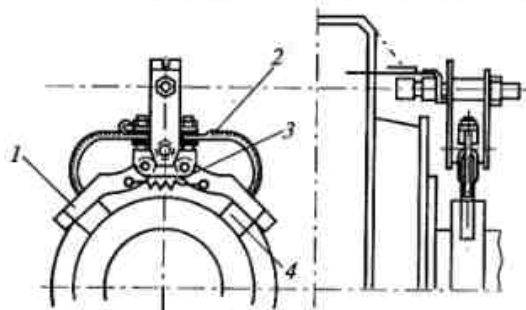


Рис. 57. Заземляющее устройство

что предотвращает утечку тока через корпус редуктора и его подшипники.

Технические данные заземляющего устройства ЗУМ следующие:

Нажатие щеток на контактное кольцо, Н (кгс)	12—16 (1,25—1,65)
Ток продолжительного режима, А	100
Номинальное напряжение, В	750
Масса, кг	2

Уход за заземляющим устройством. Заземляющее устройство должно иметь надежный контакт между щетками и контактным кольцом колесной пары. Крепление этого устройства и присоединение шунтов должны быть надежными. Контролируют состояние изоляции пальца, изоляционных шайб.

Проверяют износ щеток и их нажатие на контактное кольцо. При наличии дефектов детали заменяют.

Контрольные вопросы

1. Для чего электрические цепи вагонов соединяют с ходовыми рельсами?
2. С помощью какого устройства и как выполняют соединение электрических цепей вагона с ходовыми рельсами?
3. Чем обеспечивается контактное нажатие щеток заземляющего устройства и в каких пределах находится его значение?
4. На что обращают внимание при осмотре заземляющего устройства?

§ 27. Главный предохранитель

Устройство и принцип работы. Главный предохранитель предназначен для защиты силовой цепи от токов короткого замыкания и продолжительных перегрузок в тяговом режиме в случае несрабатывания других защитных устройств. При прохождении недопустимо большого тока через предохранитель его плавкая вставка расплавляется, прерывая ток.

Главный предохранитель типа ПНБ-5 представляет собой прямоугольный фарфоровый корпус 4 (рис. 58), между зажимами которого укреплены калиброванные пластины. Внутренняя полость корпуса заполнена кварцевым песком.

Главный предохранитель устанавливают в ящике ЯП-57. Ящик представляет собой сварной метал-

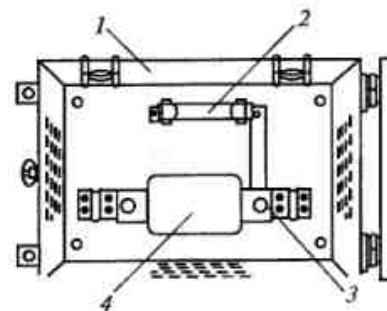


Рис. 58. Главный предохранитель

личный короб 1, на изоляционной панели которого смонтировано устройство 3 для зажима самого главного предохранителя и наконечников подводимых к нему проводов. Для вентиляции в корпусе имеется перфорация.

В этом же ящике на панели крепится предохранитель 2 типа ПП-28, предназначенный для защиты высоковольтных вспомогательных цепей вагона от токов короткого замыкания и токов перегрузки.

Ящик подвешивают на изоляторах к раме кузова.

Технические данные главного предохранителя следующие:

Номинальное напряжение, В	750
Номинальный ток, А	500
Ток сгорания вставки, А	1000
Время сгорания вставки, с	20

Уход за главным предохранителем. Перед осмотром убеждаются в отсутствии напряжения, удаляют пыль и грязь. Внешним осмотром проверяют надежность приварки кронштейнов подвески к раме кузова. Убеждаются в отсутствии трещин, изломов и поврежденной глазури изоляторов, герметичности ввода проводов в ящик. Проверяют состояние и надежность контактов, убеждаются в отсутствии следов их чрезмерного нагрева.

Срок службы предохранителей не должен превышать трех лет.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен главный предохранитель?
2. Каково устройство главного предохранителя?
3. Где и как подвешивают на вагоне ящик с главным предохранителем?
4. На что обращают внимание при осмотре главного предохранителя?

§ 28. Электропневматические вентили

Устройство и принцип работы. Электропневматические вентили являются общим элементом всех электрических аппаратов, приводимых в действие сжатым воздухом. Они обеспечивают дистанционное управление аппаратами, осуществляя впуск воздуха в цилиндры их приводов и его выпуск.

По принципу действия электропневматические вентили делятся на вентили включающего и выключающего типов.

Вентиль включающего типа (рис. 59, а) имеет три отверстия: нижнее — для присоединения к резервуару сжатого воздуха, среднее — для соединения с цилиндром привода аппарата и верхнее — для выпуска сжатого воздуха в атмосферу. У вентилей имеются два

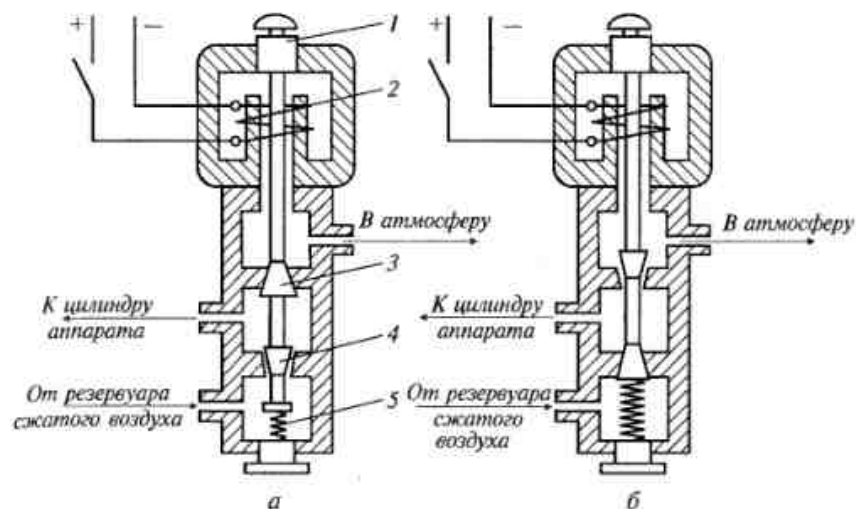


Рис. 59. Схемы электропневматических вентиляей

клапана: впускной (нижний) 4 и выпускной (верхний) 3, которые приводятся в действие электромагнитом 2.

При возбуждении током катушки вентиля цилиндрический якорь 1 притягивается к сердечнику, нажимая на ствол верхнего клапана и преодолевая усилие восстанавливающей пружины 5. При этом запирается верхний клапан и в цилиндр аппарата поступает сжатый воздух из резервуара через нижний клапан 4, который открывается.

После прекращения возбуждения катушки верхний клапан 3 открывается под действием пружины, сообщая полость цилиндра с атмосферой, а нижний клапан 4 прекращает подачу сжатого воздуха из резервуара.

Действие вентиля выключающего типа (рис. 59, б) обратное, а именно: при невозбужденной катушке вентиль соединяет цилиндр аппарата с резервуаром сжатого воздуха и разобщает с атмосферой, а при возбуждении катушки соединяет цилиндр аппарата с атмосферой и разобщает его с резервуаром сжатого воздуха.

Вентиль включающего типа представляет собой электромагнитный механизм с Г-образным магнитопроводом 1, называемым ярмом (рис. 60), полым стальным сердечником 2 и якорем 4.

На нижнюю часть сердечника 2 накручен стальной корпус 10 с запрессованным в нем бронзовым клапаном 11. На сердечнике установлена катушка 3. Внутри сердечника проходит бронзовый шток 9 (верхний клапан). С нижней стороны в шток иглой 12 упирается нижний бронзовый клапан 11, который поднимается вверх пружиной 13, опирающейся на пробку 14. На верхней части вентилей закреплены коробка 7 и крышка 6 с кнопкой 5 для ручного включения

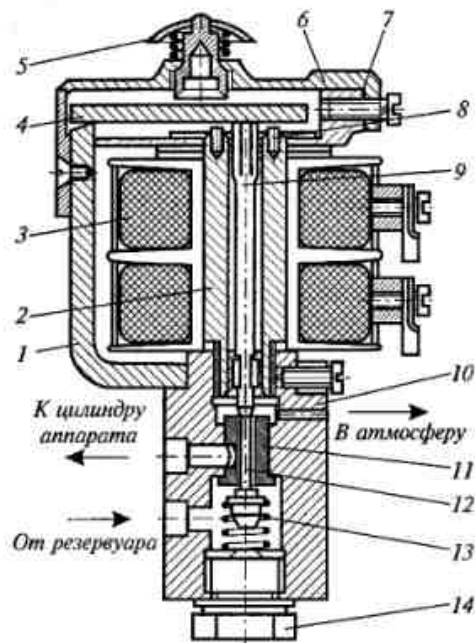


Рис. 60. Электропневматический вентиль включающего типа

ными и выпускными отверстиями, что повышает быстродействие аппарата. Вентили ВВ-3 предназначены для управления приводами линейных контакторов, ВВ-2 — для управления реверсором.

Технические данные электропневматических вентилях следующие:

Тип вентиля	ВВ-2	ВВ-3
Номинальное давление воздуха, кгс/см ²	5	5
Воздушный зазор между якорем и сердечником, мм	2,2	2,2
Ход клапана, мм	0,9	0,9
Площадь сечения выпускного отверстия, мм ²	5,0	5,5
Площадь сечения выпускного отверстия, мм ²	6,0	13,0
Минимальная магнитодвижущая сила, (м.д.с.) срабатывания, А	700	900

Уход за электропневматическими вентилями. Проводя внешний осмотр, убеждаются в отсутствии изломов и трещин у деталей. Проверяют действие электропневматических вентилях путем включения и выключения катушек.

При обнаружении утечки воздуха обычно ее удается устранить многократным нажатием на кнопку вентиля, если между нижним клапаном и седлом что-то попало (например, окалина из возду-

вентиль. Чтобы предотвратить прилипание якоря 4 к сердечнику 2, в сердечнике установлены латунные штифты 8.

По конструкции все вентили включающего типа одинаковы и различаются размерами некоторых деталей и техническими данными.

Вентиль выключающего типа имеет ту же магнитную систему, что и вентиль включающего типа, но отличается от него устройством корпуса и клапанов. Расположение отверстий, соединяющих вентиль с резервуаром сжатого воздуха, цилиндром аппарата и атмосферой, такое же.

На вагонах используют вентили ВВ-2, ВВ-3, а также их модификации. Вентили ВВ-3 отличаются от вентилях ВВ-2 большими выпуск-

провода). Если прочисткой вентиля утечку воздуха не удастся устранить, выполняют притирку клапанов.

Проверяют винтовое крепление крышки, так как ослабление его может привести к утере крышки и пластины якоря.

Не следует без нужды проверять крепление наконечников проводов, подходящих к катушке вентиля, так как при этом постепенно нарушается закрепление ее выводов.

Необходимо проверять ход клапанов и воздушный зазор, которые при износе клапанов могут измениться настолько, что работа вентиля станет неудовлетворительной.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены электропневматические вентили?
2. Чем различаются вентили включающего и выключающего типа?
3. С чем соединены отверстия в корпусе вентиля?
4. Из каких основных элементов состоит электропневматический вентиль?
5. Как работает вентиль включающего типа?
6. От чего зависит быстродействие вентиля?
7. Как и когда проверяют работу вентиля вручную?
8. Какие неисправности могут возникнуть в работе вентилях и как их устранить?
9. В чем заключается уход за электропневматическими вентилями?
10. Как устранить утечку воздуха в вентиле?

§ 29. Индивидуальные контакторы

Устройство и принцип работы. Контакторами называют аппараты, имеющие косвенное управление и предназначенные для замыкания и размыкания электрических цепей.

Каждый контактор имеет неподвижный 1 (рис. 61, а) и подвижной 2 контакты, которые, соприкасаясь, замыкают цепь, а отходя друг от друга, размыкают ее.

Контактор, имеющий привод для одного подвижного контакта, называют индивидуальным. Для привода индивидуальных контакторов применяют или сжатый воздух, или электромагнит, в связи с чем их разделяют на электропневматические и электромагнитные.

Исправная работа контакторов в значительной степени зависит от нагрева контактов и действия электрической дуги, возникающей в процессе размыкания электрической цепи с током.

Нагрев контактов определяется контактным сопротивлением, т.е. сопротивлением в месте соприкосновения контактов, кото-

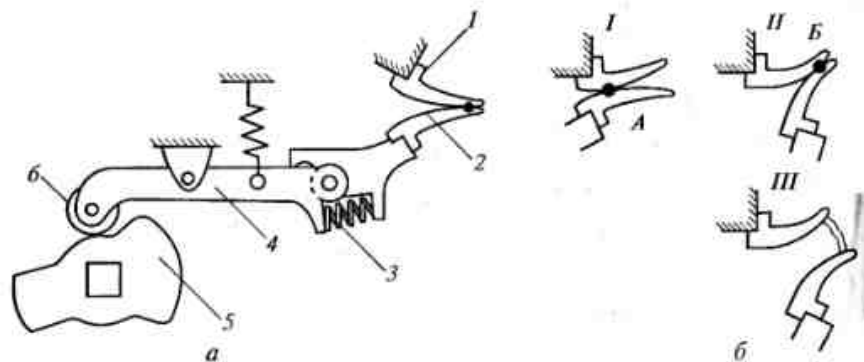


Рис. 61. Схема контактного элемента кулачкового контактора (а) и положения контактов при размыкании (б)

рое, в свою очередь, зависит от чистоты контактирующих поверхностей, степени их обработки, загрязнения и окисления. Чем больше степень окисления и загрязнения, тем больше контактное сопротивление, тем больше нагрев контактов.

Контакторы всех типов сконструированы таким образом, что в процессе включения и выключения поверхности их контактов скользят друг по другу, в результате чего контакты зачищаются, уменьшается контактное сопротивление. Это достигается благодаря тому, что поверхности контактов имеют выпуклую форму, а подвижной контакт монтируется на контактном рычаге 4 не жестко, а шарнирно, и между держателем контакта и рычагом установлена так называемая притирающая пружина 3.

На схеме показано замкнутое положение контактов. При накатывании ролика 6 контактного рычага на выступ кулачковой шайбы 5 привода подвижной контакт отходит от неподвижного — контакты размыкаются.

Последовательность размыкания контактов поясняется рис. 61, б. В рабочем положении I контакты соприкасаются один с другим в точке А, затем подвижной контакт перекачивается по неподвижному и перед размыканием (положение II) они соприкасаются в точке В. В момент размыкания контактов образуется дуга (положение III), которая удалена от точки А (рабочей части контактов, через которую проходит ток при замкнутом их состоянии).

Расстояние между контактными поверхностями подвижного и неподвижного контактов в разомкнутом положении называют *раствором контактов*; раствор измеряют в миллиметрах.

Процесс перемещения контактов от точки первоначального касания к точке полного и окончательного касания (или обратно) со скольжением называют *провалом* (притиранием) контактов. Провал измеряют также в миллиметрах. Он определяется добавочным

ходом подвижного контакта после соприкосновения его с неподвижным.

Силу, с которой подвижной контакт должен нажимать на неподвижный, чтобы обеспечить нормальную работу аппарата, называют *контактным нажатием*. Необходимое нажатие обеспечивают с помощью притирающей пружины.

Контакты подвергаются значительно большему износу, чем другие части контактора: кроме механического износа, происходит еще и износ контактов под действием электрической дуги, которая возникает при разрыве электрической цепи, находящейся под током. Дуговой разряд представляет собой поток заряженных частиц — электронов и ионов, перемещающихся с большой скоростью между контактами. Высокая температура дуги может привести к оплавлению и разрушению контактов, а ионизация окружающей среды — к пробоем и перекрытию изоляции, поэтому необходимо быстро прервать дугу.

Гашение дуги. Механическое гашение дуги осуществляется удлинением ее путем увеличения расстояния между контактами. Такой способ нашел применение в аппаратах с ручным приводом (например, в выключателях управления). Однако при этом скорость гашения дуги мала, длина дуги большая, вследствие чего происходит подгорание и оплавление контактов.

Дугу можно растягивать (удлинять), применив специальные рога, по которым она движется вверх под действием нагретого ею воздуха и электродинамических сил (между элементами дуги и рогами), направленных также снизу вверх. Под действием этих сил дуга быстро перемещается кверху, увеличиваясь по длине, и разрывается. Роговой способ гашения дуги используется в дутогасящих устройствах тяговых аппаратов.

Электромагнитное гашение дуги (рис. 62, а) основано на том, что дуга, помещенная в магнитное поле, ведет себя так же, как и проводник с током, т.е. магнитное поле стремится вытолкнуть дугу из зоны своего действия. Использование магнитного поля для гашения дуги получило название *магнитного дутья*.

В тяговой аппаратуре электроподвижного состава используют комбинированную систему дутогашения — с воздушным и магнитным дутьем, которая состоит из дутогасительной катушки 3 (рис. 62, б), дутогасительной камеры 8 с полюсными наконечниками 6, дутогасительных рогов 4 и 7.

Дутогасительную катушку изготавливают из шинной меди, намотанной на ребро, и укрепляют на сердечнике. Устанавливают эту катушку непосредственно за верхним дутогасительным рогом 4 и включают последовательно с контактами.

Дутогасительную камеру выполняют из асбестоцементных листов, пропитанных льняным маслом для улучшения изоляционных свойств, или из специальной дутостойкой керамики. Камеру за-

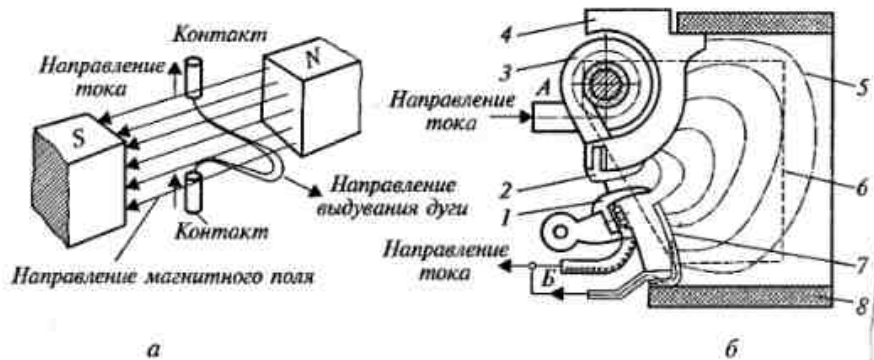


Рис. 62. К пояснению процесса дугогашения в контакторе

крепляют в полюсных наконечниках 6 из листовой стали. Наконечники, касаясь сердечника катушки, образуют магнитопровод, благодаря которому сокращается рассеяние магнитного поля и магнитные потоки сосредоточиваются в дугогасящем пространстве камеры.

В электрической цепи аппарата ток идет в следующем направлении: от провода А через дугогасительную катушку 3, неподвижный контакт 2, подвижной 1 к проводу Б. В момент разрыва цепи возникающая между контактами дуга 5 будет выталкиваться магнитным полем дугогасительной катушки внутрь дугогасительной камеры согласно правилу левой руки. Чтобы контакты не оплавились, устанавливают дугогасительные рога, на которые выдувается дуга.

Гашению дуги во многом способствует интенсивное ее охлаждение, поэтому в дугогасительной камере сделаны продольные перегородки, расщепляющие дугу на отдельные параллельные ветви. В камере также устраиваются поперечные перегородки, способствующие удлинению дуги.

При изменении направления тока в электрической цепи одновременно меняется направление тока в дугогасительной катушке, следовательно соединенной с цепью, а это вызывает изменение направления магнитных линий поля гашения. Таким образом, направление выдувания дуги остается прежним — внутрь дугогасительной камеры.

Электропневматические контакторы. Их применяют в силовых цепях для переключения тяговых двигателей, так как необходимое нажатие контактов при значительных токах в цепи при пневматическом приводе получается более надежным и экономичным, чем при электромагнитном.

В силовой цепи вагонов электропневматические контакторы используются в качестве линейных и имеют условное обозначение

ЛК. Кроме переключений в процессе нормальной работы, они разрывают силовую цепь при перегрузках и коротких замыканиях.

Большое контактное нажатие создается в контакторах пневматическим приводом, которым управляют дистанционно с помощью электропневматического вентиля включающего типа.

При замыкании низковольтной цепи катушки 8 (рис. 63) электропневматического вентиля открывается доступ сжатому воздуху в цилиндр 1 привода контактора. Поршень 2 перемещается вверх и сжимает выключающую пружину 3. Изоляционная тяга 4 поворачивает рычаг 5 с находящимся на нем подвижным контактом 7, в результате чего происходит замыкание его с неподвижным контактом 6. Чтобы выключить контактор, разрывают цепь питания катушки 8. При этом пружина возвращает клапаны вентиля в исходное положение, нижняя полость цилиндра привода сообщается с атмосферой, поршень под действием выключающей пружины движется вниз и контакты размыкаются.

На вагонах используют электропневматические контакторы типа ПК-162А (рис. 64, а и б). На металлическом стержне 22, опрессованном изоляцией, закреплен кронштейн 21, на котором установлен дугогасительный рог 5, дугогасящая катушка 1 и неподвижный контакт 6. Второй кронштейн 17 осью 18 связан с рычагом 19, который, в свою очередь, соединен шарнирно с изоляционной тягой 10. На рычаге 19 вращается держатель 9 подвижного контакта 8. Контактор имеет пневматический привод, состоящий из цилиндра 15 и поршня, связанного с тягой 10. Впуск и выпуск сжатого воздуха в цилиндр привода производится электропневматическим вентиляем 16 включающего типа.

Включение контактора происходит при перемещении тяги вверх, при этом держатель 9 поворачивается вокруг оси 7, осуществляя скольжение подвижного контакта по неподвижному.

Электрическая дуга при отключении аппарата гасится в дугогасительной камере 2; выхлоп ее из камеры наружу происходит через вырез в съемном щите 4 ящика 3, в котором установлены контакторы.

Во включенном положении контактора ток идет от вводного кабельного зажима А через дугогасящую катушку 1, контакты 6 и

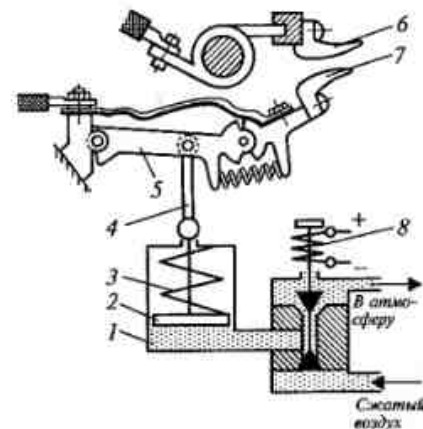


Рис. 63. Схема электропневматического контактора

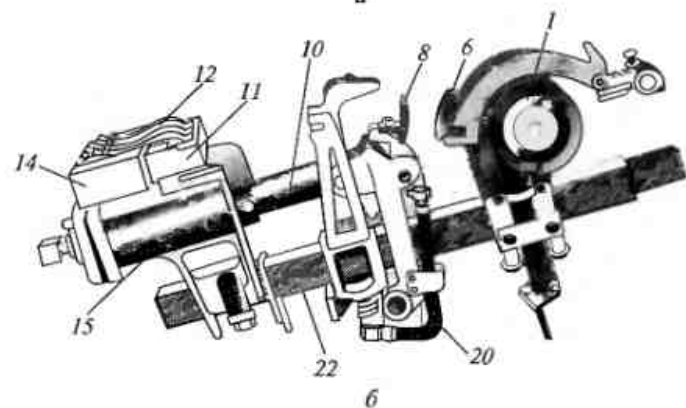
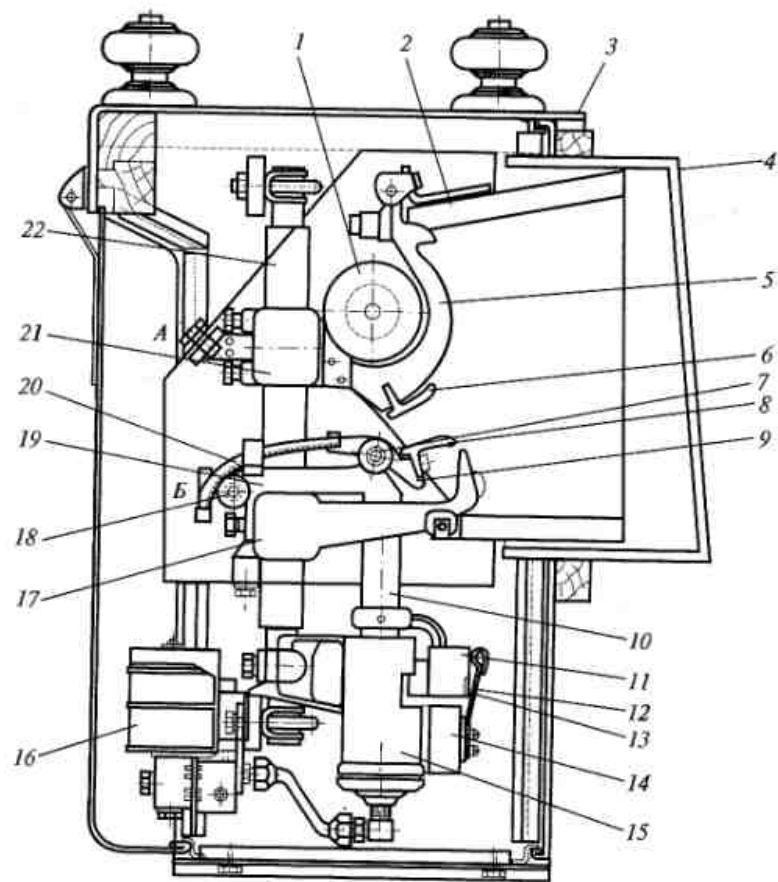


Рис. 64. Электропневматический контактор

8, гибкий медный шунт 20 к выводному кабельному зажиму Б. Шунты на контакторах установлены для того, чтобы ток не проходил по деталям подвижного контакта в местах их шарнирного соединения и не вызывал нагрева этих мест, приводящего к преждевременному износу.

Контактор имеет блокировочное устройство для электрической связи с другими аппаратами. Оно состоит из блок-контактов пальцевого типа (пружинных контактных пластин) 12 и медных сегментов 13. Пальцы установлены на деревянной колодке 14, укрепленной на корпусе привода, а медные сегменты — на другой изоляционной колодке 11, связанной с тягой 10. При включении и отключении контактора вместе с тягой перемещается изоляционная колодка 11 с медными сегментами, а скользящие по колодке контактные пальцы замыкают и размыкают сегменты в определенной последовательности, производя электрические пересоединения в цепях других аппаратов.

Технические данные электропневматического контактора ПК-162А:

Главные контакты

Раствор, мм	24—27
Провал, мм	4—5,5
Начальное нажатие, Н (кгс)	700—760 (70—76)
Конечное нажатие, Н (кгс)	570—650 (57—65)
Ток продолжительного режима, А	400
Наибольшее напряжение, В	1500
Номинальное напряжение, В	750

Блокировочные контакты

Раствор, мм	20—24
Нажатие контактов, Н (кгс)	10—25 (1—2,5)
Ток продолжительного режима, А	10
Наибольшее напряжение, В	150
Номинальное напряжение, В	75

Пневматический привод

Номинальное давление, МПа (кгс/см ²)	0,5 (5)
Наименьшее давление, МПа (кгс/см ²)	0,38 (3,8)
Ход поршня, мм	24,5
Диаметр цилиндра, мм	58
Масса контактора без камеры, кг	16,5

На вагонах Е электропневматические контакторы расположены в металлическом сварном ящике типа ЛК-755А, который подвешивают изолированно на шпильках к раме кузова.

В ящике установлены четыре контактора (на схемах электрических цепей они имеют обозначения ЛК1, ЛК2, ЛК3 и ЛК4), которые хомутами и скобами прикреплены к рейкам, приваренным к стенкам

ящика. Контактторы друг от друга отделены асбестоцементными перегородками. На крышке ящика установлен съемный щит, через который происходит выхлоп дуги. Электропневматические вентили установлены отдельно от контакторов на нижней рейке ящика. Ящики надежно уплотняют для исключения попадания внутрь пыли и грязи.

На вагонах Еж3 к раме кузова подвешен ящик ЛК-756Б, в котором установлены пять электропневматических контакторов (по схеме ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4 и ЛК5).

Уход за электропневматическими контакторами. Контактторы осматривают лишь после того, как убедятся в том, что электрические цепи вагона не находятся под напряжением и во время осмотра напряжение на них подано не будет.

При осмотре проверяют состояние контактов, изоляционных поверхностей контакторов и надежность крепления кабельных наконечников. Если контакторы за время, прошедшее с предыдущего осмотра, разрывали большую мощность, поверхность их контактов оплавлена, дугогасительная камера покрыта следами прожогов, брызгами меди, копотью и пр. Изоляционные поверхности также могут иметь следы обугливания и быть покрытыми копотью. Дугогасительную камеру необходимо тщательно очистить от следов обгара, так как неочищенная камера в дальнейшем будет способствовать поддержанию дуги.

При сильном оплавлении и разрушении контактов их заменяют новыми, при меньшем повреждении — зачищают. Убеждаются в отсутствии трещин и заеданий в подвижных деталях. Детали, выработавшие ресурс, заменяют. Проверяют пайку шунтов и наконечников. При обрыве более 3% жил шунты заменяют.

Убеждаются в отсутствии утечки воздуха из цилиндра привода и электропневматического вентиля. При значительной утечке (мыльная пленка удерживается менее 10 с) пневматическую часть контактора снимают для ремонта. При медленном или нечетком включении либо отключении контактора в цилиндр привода добавляют смазку, а при необходимости выполняют его ревизию.

Проверяют надежность замыкания и размыкания блок-контактов, пружинящую способность пальцев. Контактные пластины зачищают, проверяют их крепление, нажатие, наносят тонкий слой смазки. Убеждаются в отсутствии трещин, сколов изоляционной блок-колодки. Изношенные медные сегменты заменяют. Убеждаются в надежности запоров и уплотнений кожухов.

Электромагнитные контакторы. Их используют для переключений в силовых, вспомогательных цепях и цепях управления. Приводом такого контактора является электромагнит с подвижным якорем. При протекании тока по катушке 3 (рис. 65) электромагнита якорь 5 под действием магнитного потока втягивается в катушку (или притягивается к сердечнику) и, воздействуя на промежуточную рычажную систему 4, замыкает подвижной контакт 2 с непод-

вижным 1. Отключается контактор под действием пружины или веса якоря при прекращении протекания тока по катушке электромагнита.

По своей конструкции все электромагнитные контакторы аналогичны, но имеют различные технические данные и особенности в зависимости от параметров цепей, в которые они включены.

Ниже приведены устройство и принцип работы некоторых из них.

Контакторы КПП-113 (рис. 66) служат для переключений цепей ослабления возбуждения (на схемах их обозначают *КШ1, КШ2, КШ3, КШ4*) и подмагничивания тяговых двигателей при электрическом торможении (ТШ) на вагонах Е.

Контактор состоит из электромагнитной и дугогасительной систем, смонтированных на общем изоляционном основании 8. Основными частями электромагнитной системы являются Г-образное ярмо 4, включающая катушка 5 с сердечником, закрепленная болтом 3, якорь 7. Дугогасительная система представляет собой самостоятельный узел и состоит из дугогасительного рога с укрепленным на нем неподвижным контактом, дугогасительной катушки, с сердечником которой связаны Полосы 10, дугогасительной камеры 1, закрепленной винтом 2.

При протекании тока по катушке 5 якорь электромагнита притягивается к сердеч-

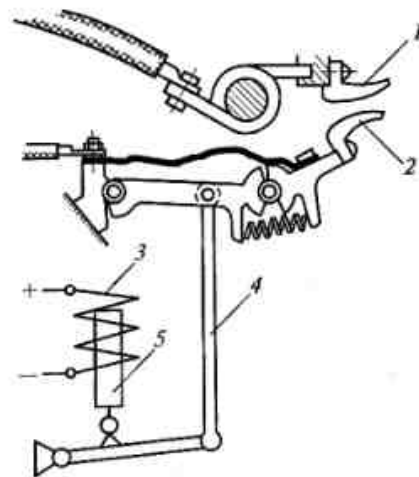


Рис. 65. Схема электромагнитного контактора

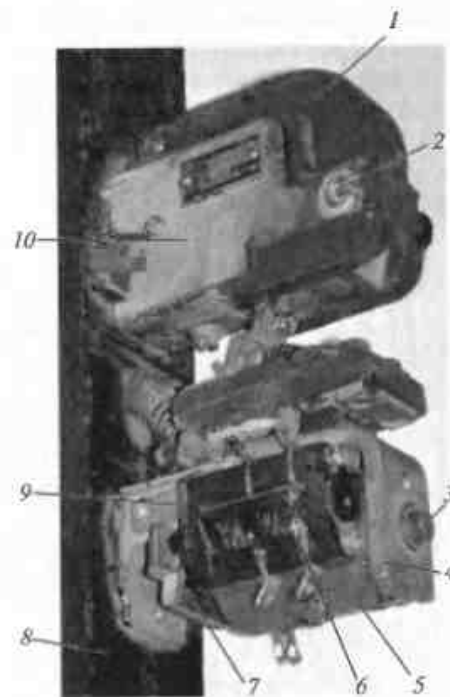


Рис. 66. Электромагнитный контактор КПП-113

нику катушки, в результате чего контакты замыкаются. При обесточивании катушки якорь возвращается в исходное положение под действием собственного веса и контакты размыкаются. При этом возникает электрическая дуга, которая под действием магнитного поля дугогасительной катушки переходит на дугогасительные рога и выдувается в узкую извилистую щель камеры, где растягивается, охлаждается и гаснет.

При повороте якоря перемещается траверса блокировочного устройства 9, вызывая замыкание (размыкание) блокировочных контактов 6 мостикового типа.

Контактор КПД-121А (рис. 67) предназначен для работы в цепях управления. Контактор двухполюсный (сдвоенный), т. е. имеет два контактных устройства, которые обеспечивают одновременное замыкание или размыкание электрических цепей. В цепях управления вагонов Е контактор КПД-121А служит для переключений в цепях 1-го и 5-го проводов.

Магнитная система, устанавливаемая на пластине 6, состоит из ярма 11, сердечника 10 и якоря 2. При возбуждении катушки 20 якорь, поворачиваясь на призматической опоре, сжимает выключающую пружину 19. С двух сторон на якоре укреплены изоляторы 1 и 9 со скобами 18, на которых установлены подвижные контакты 3. Притянутый к сердечнику якорь замыкает подвижные и неподвижные 15 контакты, сжимая при этом контактную пружину 17. Дугогасительная система каждой цепи укреплена на

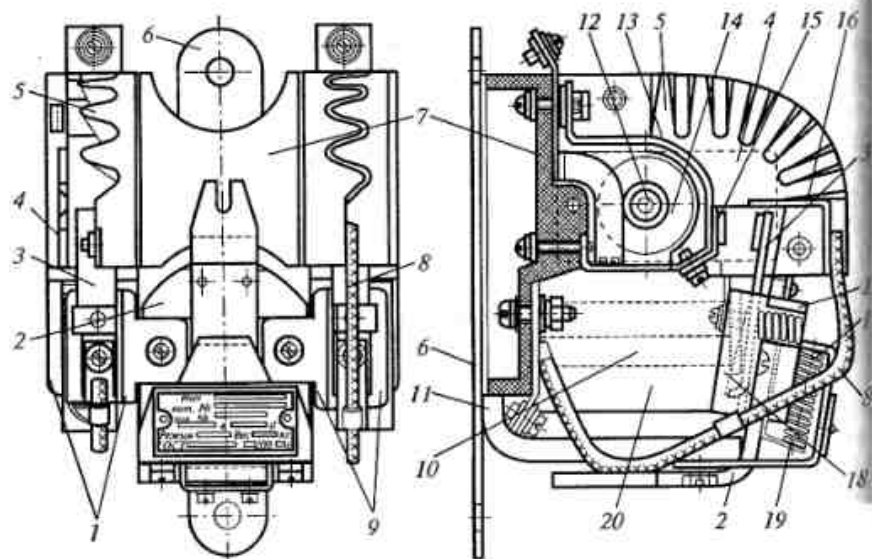


Рис. 67. Электромагнитный контактор КПД-121А

изоляторе 7 и состоит из дугогасительной катушки 14, двух полюсов 4, сердечника 12 и дугогасительной камеры 5.

Дугогасительный рог 16 соединен с зажимом шунтом 8, а рог 13 закреплен на изоляторе 7 и соединен с дугогасительной катушкой.

Контактор ДБ-928 (рис. 68) используется во вспомогательных цепях высокого напряжения и предназначен для переключений в цепях мотор-компрессоров, заряда аккумуляторных батарей.

При возбуждении подъемной катушки 2 якорь 8 притягивается к сердечнику 5. Происходит замыкание силовых контактов. Один токоподводящий провод вместе с концом дугогасительной катушки 3 крепят к изолятору 1, а другой вместе с гибким шунтом 7 и нижним дугогасительным рогом 6 — к изолятору 9. Ток проходит от изолятора 1 через катушку 3, верхний дугогасительный рог с неподвижным контактом (внутри дугогасительной камеры 4), подвижной контакт, шунт 7, изолятор 9.

При снятии напряжения с подъемной катушки якорь под действием собственного веса и отключающей пружины (на вагоне контактор располагают якорем вниз) отходит от сердечника, контакты размыкаются.

Дуга, возникающая при этом, вследствие взаимодействия с магнитным потоком, создаваемым катушкой 3, переходит с контактов на рога, растягиваясь по длине. Дальнейшее перемещение дуги приводит к увеличению ее длины и, наконец, к разрыву. Выхлоп дуги происходит через камеру 4.

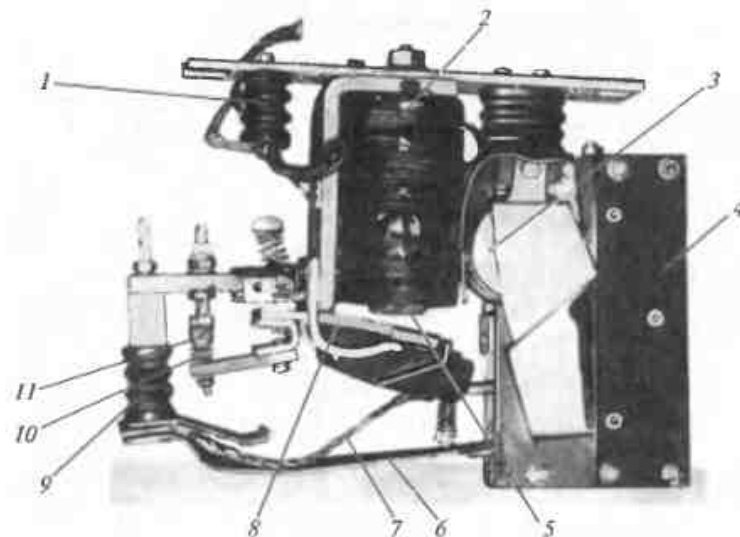


Рис. 68. Электромагнитный контактор ДБ-928

Контактор имеет блокировочное устройство: неподвижные блок-контакты в виде двух стальных гаек 11, накрученных на шпильки, и подвижной контакт 10 мостикового типа, соединенный с хвостовиком якоря.

Электромагнитный контактор импульсного действия МКИ-150Е (рис. 69) используется во вспомогательной цепи высокого напряжения и предназначен для переключений в цепях освещения вагонов Е (обозначение на схемах КО). Он отличается от контактора ДБ-928 наличием запирающего устройства (включающей катушки с защелкой), которым удерживается во включенном положении.

Магнитная система контактора МКИ-150Е состоит из Г-образного ярма 3, сердечника 19 и якоря 21. На сердечнике, закрепленном на ярме болтом 2, установлена включающая катушка 1. Якорь сбоку имеет специальные вырезы, в которые входят концы упора. Магнитная система контактора закреплена на металлической планке 6. Подвижной контакт 13 изолирован от якоря прессованным изолятором 20, к которому он прикреплен шпилькой 16 с контактной пружиной 18. Изолятор крепят к якорю двумя винтами: их ввертывают в запрессованные в изолятор гайки. Подвижной контакт гибким шунтом 22 соединен с зажимом, изолированным от магнитной системы (а следовательно, и от включающей катушки) изолято-

ром 24, укрепленным на планке 23 двумя винтами. Неподвижный контакт 12 крепят к держателю 9 болтом 11. Держатель одновременно выполняет роль дугогасительного рога.

Контактор снабжен дугогасительным устройством, состоящим из полюсов, камеры 14 и дугогасительной катушки 10, закрепленной на планке 7 болтом 8. Держатель неподвижного контакта и дугогасительная катушка установлены на изоляторе 5, который двумя болтами 4 закреплен на общей планке. Дугогасительный рог 17 подвижного контакта крепится к планке на изоляторе.

В рабочем положении два полюса камеры плотно охватывают сердечник дугогасительной катушки. Верхняя часть камеры опирается на выступ дугогасительного рога, причем головка специального болта, укрепленного в камере, входит в углубление рога; нижняя часть камеры крепится на дугогасительном роге подвижного контакта специальным болтом 15.

Кроме включающей и дугогасительной катушек, контактор МКИ-150Е имеет выключающую катушку, с помощью которой якорь механически запирается во включенном положении. Это дает возможность во включенном положении контактора снять питание с включающей (подъемной) катушки. Для отключения контактора надо подать кратковременно напряжение на выключающую катушку 27. В результате защелка 25 притягивается к сердечнику 26, освобождая якорь контактора.

На вагонах Е электромагнитные контакторы установлены в металлических сварных ящиках ЯК-31А и ЯК-4К-3, подвешенных изолированно к раме кузова. Ящики закрывают съемными кожухами на петлях. Провода вводят в ящик через деревянные клипы (зажимы).

Технические данные электромагнитных контакторов следующие:

Главные контакты

Тип контактора	КПД-110	КПП-113	КПД-121А	МКИ-150Е	ДБ-928	КПП-110
Раствор, мм	9	13—16	8—10	12,5—16,5	12,5—16,5	10
Провал, мм	4	4,5—5,5	3,5—4,5	5—7	5—7	4
Нажатие Н (кгс):						
начальное	2,5(0,25)	10—15 (1—1,5)	2,5(0,25)	8—12 (0,8—1,2)	8—12 (0,8—1,2)	2 (0,2)
конечное	7(0,7)	22—23 (2,2—2,3)	7—8 (0,7—0,8)	15—25 (1,5—2,5)	12—25 (1,2—2,5)	3,5 (0,35)

Блокировочные контакты

Раствор, мм	4	6	4	5	5	4
Провал, мм	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Нажатие Н (кгс):						
начальное	0,6 (0,06)	0,6—1 (0,06—0,1)	0,6 (0,06)	0,2 (0,02)	0,2 (0,02)	0,6 (0,06)
конечное	0,2 (0,02)	1,2—1,5 (0,12—0,15)	0,2 (0,02)	—	—	1,5 (0,15)

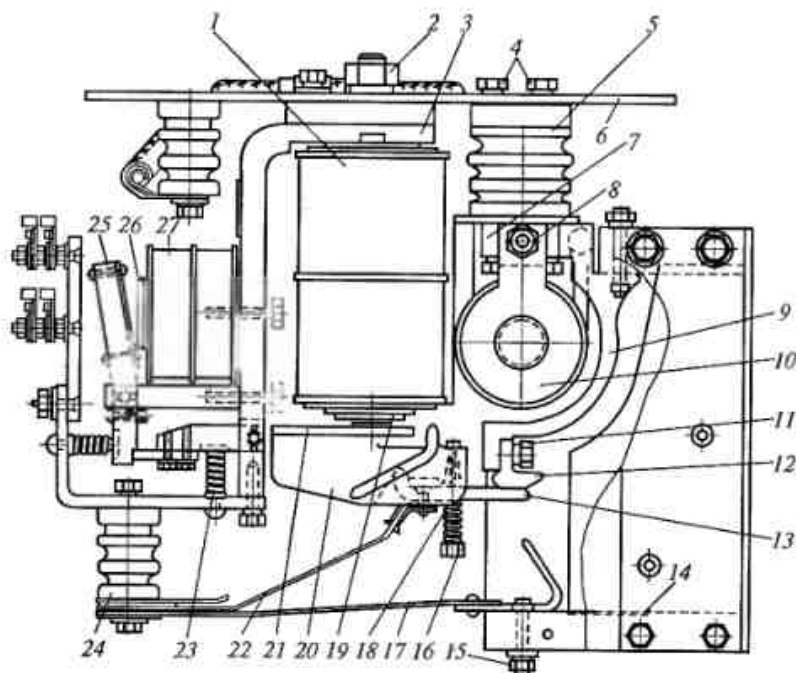


Рис. 69. Электромагнитный контактор МКИ-150Е

В ящике ЯК-31А на отдельных изоляционных панелях установлены пять контакторов КПП-113 силовой цепи и один контактор КПД-121А цепи управления. В ящике ЯК-4К-3 установлены три контактора вспомогательной цепи высокого напряжения: один МКИ-150Е и два ДБ-928. Контакторы разделены асбестоцементными перегородками, предотвращающими перебросы дуги.

На вагонах Еж3 электромагнитные контакторы установлены в металлических сварных ящиках ЯК-36А и ЯК-37В. В ящике ЯК-36А установлены три электромагнитных контактора вспомогательной цепи типа КПП-110 и панель с диодами и резисторами. Один контактор — импульсный с механической защелкой, используется в цепях освещения, второй — обычного исполнения для включения мотор-компрессора, третий — для включения цепи подзаряда аккумуляторной батареи.

В ящике ЯК-37В расположены одна против другой две панели. На одной панели размещены три контактора КПП-113 (обозначение на схеме силовой цепи *КСБ1*, *КСБ2* и *ТР1*). Контакторы *КСБ1* и *КСБ2* используются для включения ступеней ослабления возбуждения тяговых двигателей в тормозном режиме, а *ТР1* — для выведения ступеней реостата в тормозном режиме. Здесь же расположена панель с резисторами ПЭВ и тремя диодами В2. На другой панели расположены пять контакторов. Из них три контактора типа КПП-113 (на схеме обозначены *КШ1*, *КШ2* и *ТР2*) используются в силовых цепях: первые два — для ослабления возбуждения тяговых двигателей в ходовом режиме, третий — для выведения ступеней реостата в тормозном режиме. Здесь же расположены два контактора цепей управления типа КПД-110: один — в цепи 1-го поезда (Р1-5), другой — в цепи 25-го провода (К25).

Уход за электромагнитными контакторами. Во время осмотра контакторов напряжение в электрических цепях должно отсутствовать.

С контактора удаляют пыль, грязь, изоляционные поверхности протирают чистой сухой ветошью. Проверяют состояние контактов и изоляционных поверхностей. Сильно оплавленные и обгоревшие контакты заменяют, незначительно обгоревшие — зачищают.

При значительном обугливание изоляторов их заменяют новыми, выяснив и ликвидировав причину повреждения; при незначительном повреждении изоляторы зачищают, полируют место зачистки и покрывают изоляционным лаком.

Контролируют рукой, действует ли электромагнитный контактор, убеждаются в отсутствии механического заедания и ослабления пружины.

Проверяют раствор, провал и нажатие контактов. Если их значения не соответствуют техническим данным, осуществляют регулировку или замену контактов.

Обращают внимание на состояние блокировочного устройства контактора. Необходимо, чтобы траверса с блок-контактами имела свободный ход во включенном и отключенном положениях в направлении своей оси не менее 1 мм. Изношенные блок-контакты заменяют.

Дугогасительную камеру очищают от следов подгара, при большом разрушении ее заменяют новой. Проверяют состояние полюсов: плотно ли обжимается каркас дугогасительной катушки полюсами камеры, нет ли касания подвижного контакта о стенки камеры и о дугогасительный рог.

При повреждении изоляции дугогасительной катушки ее заменяют.

Обращают внимание на закрепление всех контактных деталей, кабельных наконечников и самих кабелей. Подтягивают болты и гайки, заменяют негодные.

Проверяют состояние гибких медных шунтов, соединительных проводов и кабелей. При наличии надломов и трещин их заменяют новыми.

Контролируют надежность запоров и уплотнений кожухов ящиков с контакторами.

Контрольные вопросы

1. Для чего в электрических цепях устанавливают контакторы?
2. Что называется раствором и провалом контактов?
3. Какие существуют способы гашения электрической дуги и в чем их сущность?
4. Как устроено и работает дугогасительное устройство?
5. Почему контакторы называются индивидуальными и как они подразделяются в зависимости от привода?
6. Какие контакторы используются в силовой цепи в качестве линейных и каково их назначение?
7. Перечислите основные конструктивные узлы электропневматического контактора.
8. Каков принцип работы электропневматического контактора?
9. В каких электрических цепях используются электромагнитные контакторы?
10. Каков принцип работы электромагнитного контактора?
11. Какие типы электромагнитных контакторов используют в электрических цепях вагона? Чем они отличаются друг от друга?
12. Для чего предназначен гибкий шунт в конструкции контактора?
13. Каково назначение блокировочного устройства контактора? Как оно выполнено?
14. На что обращают внимание при осмотре контакторов?

§ 30. Групповые контакторы

Устройство и принцип работы. Групповыми контакторами называют совокупность переключающих устройств, объединенных в один блок и связанных с общим валом, который может иметь ручной, электропневматический или электродвигательный привод.

В качестве переключающих устройств применяют контакторные элементы (КЭ) кулачкового типа или, как их часто называют, *кулачковые контакторы* (рис. 70), которые замыкают или размыкают электрические цепи в определенной последовательности при вращении кулачкового вала.

Применение групповых контакторов дает возможность упростить электрическую схему, сократить число блок-контактов, уменьшить массу и стоимость переключающей аппаратуры. Групповая система управления позволяет обеспечить плавный многоступенчатый пуск и торможение тяговых двигателей при сравнительно небольшом объеме электроаппаратуры.

К групповым контакторам, применяемым на вагонах метрополитена, относятся реостатные контроллеры, переключатели положений, реверсоры, контроллеры машиниста.

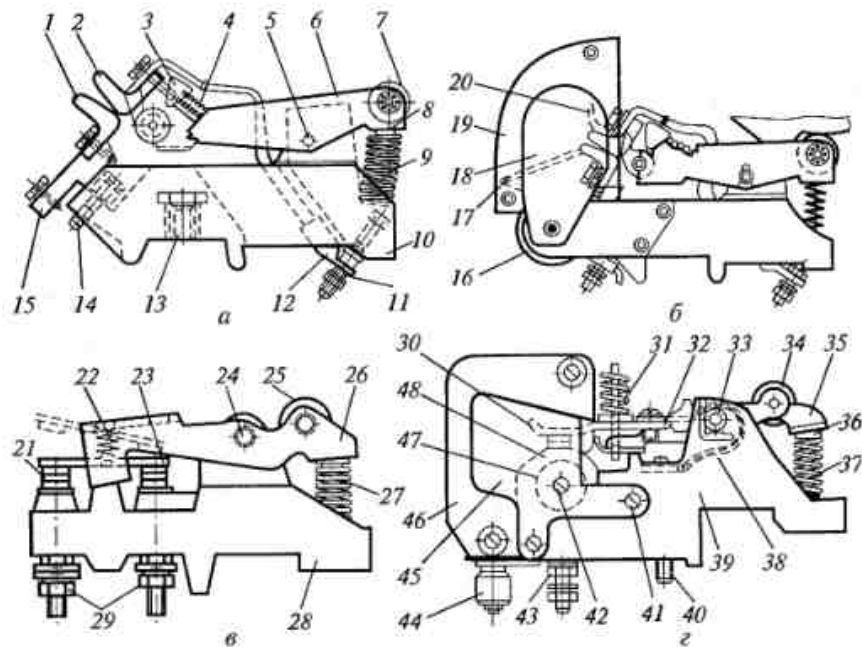


Рис. 70. Кулачковые контакторы КЭ-47 (а), КЭ-46А (б), КЭ-42А (в), КЭ-48 (г)

Основными частями группового контактора являются: кулачковые контакторы, кулачковый вал с кулачковыми шайбами, привод, блокировочное устройство и корпус.

Кулачковые контакторы приводятся в действие с помощью кулачкового вала (вал с насаженными на него кулачковыми шайбами, имеющими определенный профиль — выступы и впадины). В процессе вращения кулачковой шайбы (см. рис. 61, а) ролик кулачкового контактора катится по ее наружной окружности. При набегании ролика на выступ контакты кулачкового элемента замыкаются. Когда ролик скатывается во впадину шайбы, рычаг, поворачиваясь вокруг оси под действием выключающей пружины, замыкает подвижной контакт с неподвижным, при набегании ролика вновь на выступ контакты замыкаются.

Процесс замыкания контактов разделяют на две стадии: сближение контактов до соприкосновения их друг с другом и затем притирание контактов. Сначала происходит поворот рычага под действием выключающей пружины до момента соприкосновения контактов, затем с этого момента до полного их замыкания происходит сжатие притирающей пружины.

Кулачковые контакторы используют для переключений как в силовых цепях, так и в цепях управления, а также для электрической связи (блокировки) групповых контакторов с другими аппаратами. Выполняют кулачковые контакторы как с дугогасительным устройством, так и без него.

Контактор КЭ-47 (рис. 70, а) применяют для переключений силовых цепей без разрыва тока. Основанием контактора является изолятор 10, изготовленный из пластмассы. На оси 5, закрепленной в основании, имеется рычаг 8. На одном плече рычага крепится держатель 3 с подвижным контактом 2 и контактной (притирающей) пружиной 4, а на другом плече — ролик 7, который выключающей пружиной 9 прижимается к рабочей поверхности кулачковой шайбы 6. Держатель 15 неподвижного контакта 1 укреплен на изоляторе с помощью зажима 14. Подвижной контакт связан с зажимом 11 гибким шунтом 12. Кулачковый контактор крепится на рейке группового переключателя болтом, который ввертывается в гайку 13, запрессованную в изоляционное основание.

Контактор КЭ-46А (рис. 70, б) используют в силовых цепях для переключений, связанных с разрывом тока, поэтому он имеет дугогасительное устройство, состоящее из дугогасительной катушки 16 с полюсами 18, дугогасительных рогов 17 и 20 и дугогасительной камеры 19. В остальном контактор аналогичен по конструкции контактору КЭ-47.

Контактор КЭ-42А (рис. 70, в) предназначен для переключений в цепях управления, не связанных с разрывом тока. По конструкции он значительно отличается от рассмотренных выше. На оси 24, запрессованной в изолятор 28, вращается рычаг 26 с роликом 25.

Неподвижные контакты 21 закреплены гайками 29. Контактную пружину 22 устанавливают между подвижным мостиковым контактом 23 и рычагом 26, причем для фиксации пружины в рычаге и контактном мостике предусмотрены специальные выступы. Включение контактов осуществляется пружиной 27. Применение мостиковых контактов дало возможность освободиться от гибкого шунта и получить аппарат с малыми габаритными размерами.

Контактор КЭ-48 (рис. 70, з) применяют в цепях управления для переключений, связанных с разрывом тока; он имеет дугогасительное устройство, состоящее из дугогасительной катушки 47, стальных полосов 45, дугогасительной камеры 46.

На изоляторе 39 крепят дугогасительную катушку 47, один вывод которой служит неподвижным контактом 48. На специальном выступе изолятора на оси 33 установлен рычаг 35 с подвижным контактом 30 и притирающей пружиной 31. На другом конце рычага установлены ролик 34 и включающая пружина 37, которая одним концом упирается в углубление на изоляторе, а другим — на выступ рычага 36.

Ток к подвижному контакту подводится через гибкий шунт 38, набранный из тонких медных лент.

При замыкании контактов подвижной контакт 30 поворачивается на упоре 32 рычага, сжимая притирающую пружину. Токоподводящие провода крепят к шпилькам 40 и 43, установленным на изоляторе. Дугогасительная камера прикреплена к изолятору винтом 44, а остальные полюсы — винтами 41. К сердечнику катушки полюсы крепят винтом 42.

Технические данные кулачковых контакторов следующие:

Цель	Силовая		Управления	
	КЭ-47	КЭ-46А	КЭ-42А	КЭ-48
Тип контактора	КЭ-47	КЭ-46А	КЭ-42А	КЭ-48
Ток продолжительного режима, А	220	220	20	10
Напряжение, В	750	750	70	70
Размер контактов, мм ...	20	20	8	10
Раствор, мм	8—14	8—14	8—12	9—15
Провал, мм	9,5—10,5	9,5—10,5	2,5—3,5	3
Нажатие, Н (кгс):				
начальное	12—16 (1,2—1,6)	12—16 (1,2—1,6)	2,5 (0,25)	4 (0,4)
конечное	35—45 (3,5—4,5)	35—45 (3,5—4,5)	3 (0,3)	6 (0,6)

Кулачковый вал для группового контактора выполняют из стали. На среднюю часть вала, имеющую квадратное сечение (30×30 мм), насажены кулачковые шайбы диаметром 152 мм, пресованные из пластмассы. Шайбы имеют специальный профиль (выступы и впадины) и установлены на валу в таком порядке, что

обеспечивают замыкание и размыкание кулачковых элементов группового контактора в определенной последовательности, заданной диаграммой замыкания контактов.

Кулачковый вал устанавливают на двух подшипниках в передней и задней боковинах корпуса аппарата.

Блокировочное устройство группового контактора связано с его подвижной системой и осуществляет электрическую связь контактора с другими аппаратами.

В групповых контакторах применяют блокировочное устройство кулачкового типа; оно состоит из кулачкового вала с напрессованными шайбами и кулачковых контакторов, замыкающих электрические цепи других аппаратов в определенной последовательности.

Корпус объединяет все части группового контактора в один самостоятельный аппарат. Он представляет собой металлический ящик со съемным кожухом, в котором крепятся две или три боковины, соединенные уголками и рейками. На боковинах имеются приливы и отверстия для установки привода и подшипников главного и блокировочных валов.

Иногда в ящиках групповых контакторов монтируют также другие аппараты (реле, резисторы), что создает удобства при монтаже оборудования и уходе за ним в эксплуатации.

Привод, применяемый для вращения кулачкового вала группового контактора, может быть ручным, электропневматическим, электродвигательным, двух- и многопозиционным (в зависимости от числа позиций — положений), односторонним или двусторонним (в зависимости от направления вращения вала).

Двухпозиционный электропневматический привод (рис. 71) представляет собой чугунный цилиндр 6, в котором перемещаются два поршня 4, жестко связанные один с другим стальным штоком 5.

Поступательное движение поршней через сухарь 7, установленный в штоке привода, и стержень 9, укрепленный в кулачковом валу, передается на кулачковый вал и перемещает его по дуге ок-

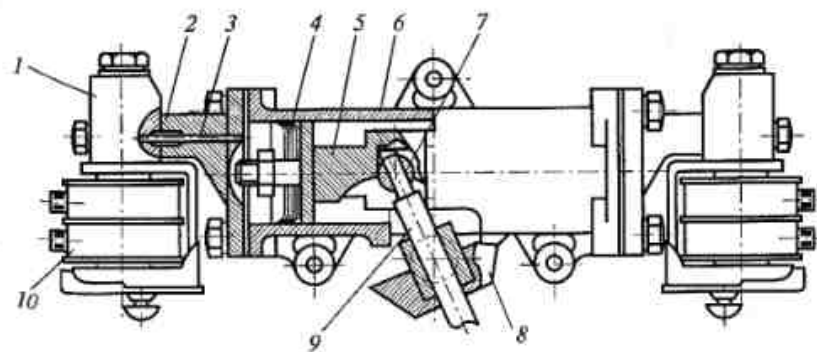


Рис. 71. Электропневматический двухпозиционный привод

ружности. Поворот вала, а следовательно, и ход поршней ограничены упором 8. В крайних положениях штока упор упирается в приливы цилиндра.

Цилиндр с обеих сторон закрыт крышками 2. Электропневматические включающие вентили 1 сообщаются с полостью цилиндра каналом 3. Между крышками и фланцами цилиндра, а также между крышкой и вентилем устанавливают уплотняющие прессшпанные прокладки. Цилиндр крепят к боковой раме аппарата тремя болтами.

При возбуждении катушки 10 левого вентиля сжатый воздух поступает в левую полость цилиндра и передвигает поршни в крайнее правое положение. При возбуждении катушки правого вентиля поршни перемещаются влево. Угол поворота вала из одного крайнего положения в другое составляет 45°. При перемещении поршней в ту или иную сторону происходит вращение кулачкового вала по часовой стрелке или против часовой стрелки, а вместе с этим — замыкание и размыкание кулачковых элементов в соответствующих цепях.

Технические данные электропневматического привода следующие:

Диаметр цилиндра, мм.....	58
Ход поршня, мм.....	40
Давление воздуха, МПа (кгс/см ²):	
наибольшее.....	0,7 (7)
номинальное.....	0,5 (5)
наименьшее.....	0,35 (3,5)
Ток продолжительного режима, А.....	0,157
Напряжение, В.....	70

Электродвигательный многопозиционный привод (рис. 72) состоит из серводвигателя постоянного тока и редуктора с муфтой.

При подаче питания на двигатель 4 его вал начинает вращаться. Вращающий момент через муфту 5 передается на редуктор, затем на кулачковый вал 2 с кулачковыми шайбами 1 группового контактора. Так как вал двигателя имеет высокую частоту вращения, то применен двухступенчатый редуктор с большим передаточным числом, одна ступень — червячная (червяк 6 и червячное колесо 7), вторая — цилиндрическая (шестерня 8 и зубчатое колесо 3).

Для более быстрой остановки и надежной фиксации в некоторых серводвигателях используют дополнительный тормозной момент, создаваемый фрикционным дисковым тормозом, который расположен на валу редуктора.

Фрикционный тормоз представляет собой две системы дисков: одна система — подвижные диски, посаженные на квадратный хвостовик червяка и вращающиеся с частотой якоря двигателя, другая — неподвижные диски. Вращающиеся диски с наклеенными на них с двух сторон фрикционными кольцами могут свободно

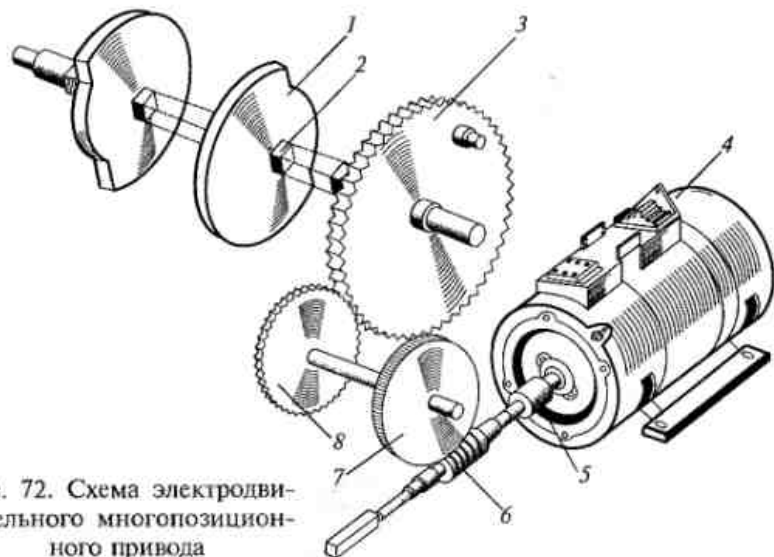


Рис. 72. Схема электродвигательного многопозиционного привода

перемещаться вдоль оси тормоза под действием пружины электромагнита, катушка которого включена последовательно с якорем серводвигателя, и прижиматься к неподвижному, создавая тормозной момент на валу двигателя.

В режиме пуска, когда через катушку электромагнита проходит ток, якорь притягивается к сердечнику и пружина сжимается, освобождая тормозные диски. В начале торможения серводвигателя ток в катушке прекращается и пружина, распрямляясь, сжимает диски, в результате чего возникает тормозной момент.

Регулирование частоты вращения якоря серводвигателя (при ремонте) осуществляют, изменяя приложенное к нему напряжение с помощью резисторов, включенных в цепь обмотки якоря. Резисторы крепят на отдельной изоляционной панели, установленной на каркасе группового контактора.

В электродвигательном приводе используют двигатели ПЛ-072Г и ПЛ-072Д, основные технические данные которых следующие:

Тип двигателя.....	ПЛ-072Г	ПЛ-072Д
Номинальная мощность, Вт.....	170	150
Ток обмотки якоря, А.....	3,2	10
Номинальное напряжение на коллекторе, В.....	75	24
Частота вращения якоря, об/мин.....	1170	1350

Реостатный контроллер. Он предназначен для изменения сопротивления пускотормозных резисторов и ослабления возбуждения тяговых двигателей в процессе пуска, разгона и электрического торможения вагона.

На вагонах Е установлен реостатный контроллер ЭКГ-17А (рис. 73) с электродвигательным приводом. Он смонтирован на раме, состоящей из трех силуминовых боковин 1, 3 и 9, закрепленных на двух металлических угольниках 2. В двух крайних боковинах установлены подшипники, в которых вращается кулачковый вал с насаженными на нем кулачковыми шайбами 6. Средняя боковина является переходной и предназначена для крепления реек 4 и 7 с кулачковыми контакторами 8 типа КЭ-46А (2 шт.) и КЭ-47 (24 шт.), используемыми в силовой цепи, и контакторами 5 типа КЭ-42А (15 шт.) и КЭ-48 (1 шт.) цепи управления.

Кулачковые контакторы расположены по обе стороны кулачкового вала и разделены асбестоцементной перегородкой.

Контроллер устанавливают на раму 12 и закрывают двумя съемными алюминиевыми кожухами с войлочным уплотнением.

На вагонах Еж3 установлен реостатный контроллер ЭКГ-17И, который имеет контакторы типа КЭ-47 (27 шт.) и КЭ-42 (15 шт.).

Кулачковый вал реостатного контроллера приводится во вращение серводвигателем 10 типа ПЛ-072Г. Усилие от двигателя на кулачковый вал передается через двухступенчатый редуктор. На валу червячного редуктора установлен дисковый тормоз 11. При вращении кулачкового вала происходит предусмотренное схемой включение и выключение кулачковых контакторов, которое обеспечивает поочередное выведение резисторов из цепи тяговых двигателей.

Кулачковый вал реостатного контроллера может вращаться в обе стороны (18 позиций в каждую). Направление вращения якоря серводвигателя определяется соответствующим включением обмотки возбуждения; переключение обмотки с целью изменения направления вращения якоря (реверсирования) обеспечивается с помощью реле реверсирования.

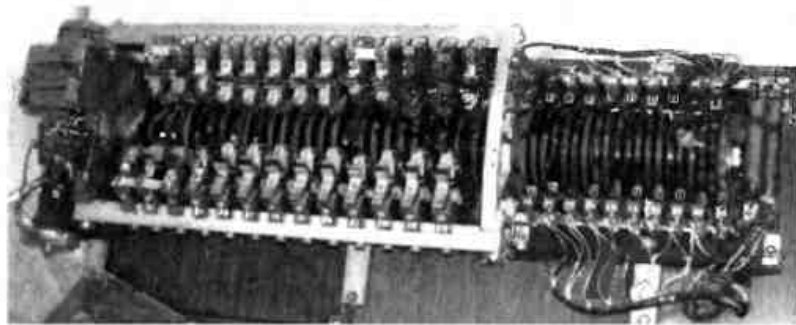


Рис. 73. Реостатный контроллер ЭКГ-17А

Технические данные кулачкового вала контроллеров ЭКГ-17А и ЭКГ-17И следующие:

Диаметр кулачковой шайбы, мм	152
Угол поворота вала на одну позицию, град	19
Число позиций	18
Полный угол поворота вала, град	323

Для ввода проводов на раме ящика с реостатным контроллером смонтированы съемные деревянные клипсы 13. Они состоят из двух половин — верхней, неснимаемой с ящика и прикрепленной к нему двумя болтами, и нижней, которая, после того как провода введены в ящик и укреплены в нем, прижимается к верхней болтами, обжимая при этом провода и тем самым осуществляя уплотнение и механическое крепление ввода.

Ящик подвешивают к раме кузова на изоляторах.

Переключатель положений. Он предназначен для переключения силовой цепи с тягового режима на тормозной и обратно. При этом в тяговом режиме группы тяговых двигателей переключаются с последовательного соединения на параллельное, а в тормозном силовая цепь переводится из одного тормозного положения в другое.

На вагонах Е установлен переключатель положений ЭКГ-18А с электродвигательным приводом (серводвигатель типа ПЛ-072Д), который фиксирует четыре положения кулачкового вала: 1 — последовательное соединение (ПС); 2 — параллельное соединение (ПП); 3 — торможение до 18-й позиции вала реостатного контроллера (ПТ1); 4 — торможение до 36-й позиции (ПТ2).

На вагонах Еж3 переключатель положений фиксирует три позиции: ПС, ПП и ПТ1.

По конструкции переключатель положений имеет сходство с реостатным контроллером, но его кулачковый вал вращается только в одну сторону.

Технические данные кулачкового вала переключателей следующие:

Тип вагона	Е	Еж3
Диаметр кулачковой шайбы, мм	152	152
Число позиций	4	3
Угол поворота вала, град:		
от ПС до ПП	60	60
от ПП до ПТ1	80	80
от ПТ1 до ПТ2	60	—
от ПТ2 до ПС	160	—
от ПТ1 до ПС	—	220
Число кулачковых элементов:		
КЭ-47	19	20
КЭ-46А	2	2
КЭ-42А	17	18
КЭ-48	1	—

Реверсор. Он предназначен для изменения направления движения вагона путем изменения направления тока в обмотках якорей или обмотках возбуждения тяговых двигателей. На вагонах Е установлен реверсор ПР-764В; на вагонах ЕжЗ — реверсор ПР-772А (рис. 74). Эти реверсоры изменяют направление тока в обмотках якорей тяговых двигателей.

Кулачковый вал реверсора имеет два положения «Вперед» и «Назад» и приводится во вращение двухпозиционным электропневматическим приводом 5 с двумя электропневматическими вентилями 2.

Каркас реверсора состоит из двух штампованных боковин 4. На двух стальных рейках, укрепленных в боковинах каркаса, установлены восемь контакторов 1 (КЭ-47), по четыре на каждой. На кронштейнах, прикрепленных к рейкам, смонтированы четыре контактора 3 (КЭ-42А, ЭУ-1). Контакторами управляют шесть кулачковых шайб, насаженных на вал 6 аппарата.

Технические данные кулачкового вала следующие:

Диаметр кулачковой шайбы, мм	152
Число позиций	2
Угол поворота вала на одну позицию, град	45

Контроллер машиниста. Он служит для управления поездом. Это групповой контактор, который воздействует дистанционно на цепи управления и заставляет включаться в определенной последовательности электрические аппараты, производящие переключения в силовой цепи.

На вагонах Е в кабине управления установлен контроллер машиниста КВ-40. Контроллер имеет три вала: реверсивный, главный и вал разъединителя цепей управления (РЦУ).

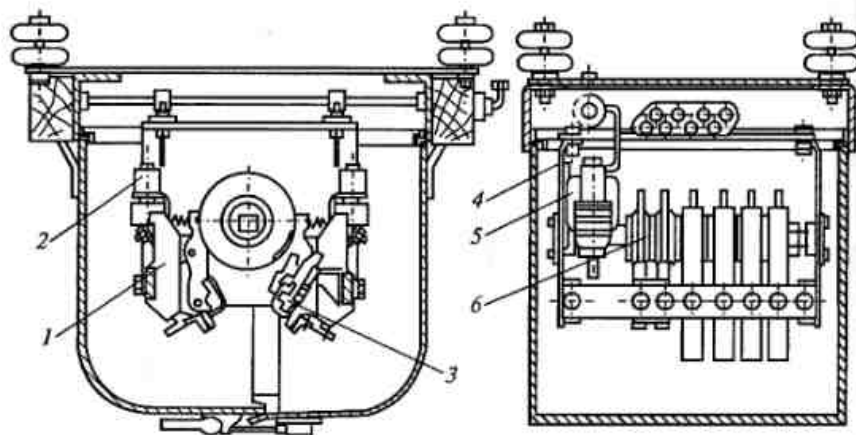


Рис. 74. Реверсор ПР-772А

Каркас контроллера состоит из верхнего 2 (рис. 75) и нижнего 14 оснований, связанных угольниками 3. Главный вал установлен в подшипниках верхнего и нижнего оснований, его можно поворачивать главной рукояткой 16, насаженной на хвостовик вала, находящийся на верхнем основании. На главном валу укреплены десять кулачковых шайб 8, которые приводят в действие девять кулачковых контакторов КЭ-42А и один КЭ-48. Контактры установлены на стальной рейке, прикрепленной к верхнему и нижнему основаниям.

На главном валу непосредственно под верхним основанием на шариковых подшипниках установлен реверсивный вал, корпус которого выполнен в виде полого чугунного цилиндра 4. Реверсивный вал может свободно поворачиваться относительно главного с помощью съемной реверсивной рукоятки, которую вставляют в головку, насаженную на хвостовик реверсивного вала и укрепленную в верхнем основании. К корпусу реверсивного вала крепят профилированный текстолитовый барабан для управления пятью контакторными элементами КЭ-42А, установленными на рейке вместе с контакторными элементами главного вала и включенными в цепи катушек электропневматического привода реверсора.

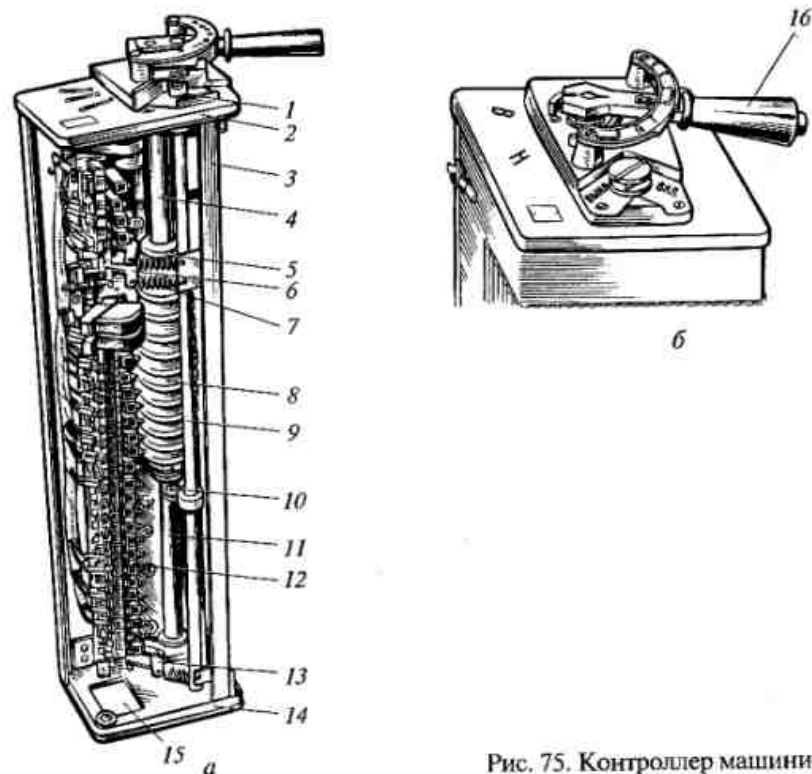


Рис. 75. Контроллер машиниста

На главном валу в нижней части контроллера установлен полый цилиндр 11 (вал РЦУ). С помощью реверсивной рукоятки, поворачивая этот цилиндр, провода цепей управления вагона отсоединяют от поездных проводов или соединяют с ними. На цилиндре укреплен профилированный текстолитовый барабан, который воздействует на двенадцать контакторных элементов 12 типа КЭ-42А, установленных на общей рейке. Включение и отключение разединителя осуществляют съемной реверсивной рукояткой, устанавливаемой в гнездо 1. При вращении рукоятки поворачивается вал 9, связанный системой рычагов 10 с цилиндром разъединителя цепей управления. Остановка РЦУ в заданном положении осуществляется фиксирующим приспособлением 13.

Валы контроллера машиниста имеют следующие положения: реверсивный вал — «Вперед», «Назад», «Нулевое»; главный вал — «Ход 1», «Ход 2», «Ход 3», «Нулевое», «Тормоз 1», «Тормоз 1А», «Тормоз 2»; вал РЦУ — «Включено» и «Выключено».

Главный и реверсивный валы с помощью специального устройства (храповик 5, рычаг 6 и пружина 7) механически заблокированы таким образом, что главная рукоятка может быть выведена из нулевого положения только в том случае, если реверсивная рукоятка находится в положении «Вперед» или «Назад». Реверсивная же рукоятка может быть переведена в положение «Вперед» или «Назад» только при нулевом положении главной рукоятки. Такая взаимозависимость между валами предотвращает ошибочные действия машиниста, благодаря чему исключается случайное изменение направления вращения якорей тяговых двигателей на противоположное при движении поезда.

Контроллер закрывают съемным металлическим кожухом, который снаружи имеет защитное покрытие из деревянных реек, прикрепленных к кожуху винтами.

В нижнем основании имеется отверстие 15 для ввода внешних проводов в контроллер.

В кабине управления вагоном Еж3 установлен контроллер машиниста КВ-66, имеющий 29 кулачковых элементов и один диод типа В2-10. Главный вал контроллера приводит в действие десять кулачковых элементов КЭ-42 и один КЭ-48; реверсивный — шесть кулачковых элементов КЭ-42, вал РЦУ — 12 кулачковых элементов КЭ-42. Диод В2-10 включается в цепь провода Д2 взамен КЭ реверсивного вала КВ.

Уход за групповыми контакторами. Перед осмотром убеждаются в отсутствии напряжения на контакторах, удаляют пыль, грязь; изоляционные поверхности протирают чистой сухой ветошью. Надежность работы групповых контакторов в первую очередь зависит от состояния контактных поверхностей и контактного нажатия. Обгоревшие и оплавленные контакты зачищают. Ролики кулачковых элементов должны свободно вращаться на осях. В замкнутом

положении элемента ролик не должен касаться кулачковой шайбы (зазор не менее 2 мм). Смещение ролика относительно кулачковой шайбы допускается не более 0,7 мм.

Очередность включения и выключения контакторных элементов должна соответствовать диаграмме замыкания контактов. В каждом фиксированном положении вала контакторные элементы должны быть полностью включены или полностью выключены. Развертку проверяют по углам поворота вала, поворачиваемого вручную с помощью съемной рукоятки.

Кулачковые шайбы должны быть закреплены на валу плотно, без качаний. Износ кулачковых шайб допускается в пределах, обеспечивающих правильность развертки кулачкового вала. Профиль кулачковых шайб контролируют по шаблону.

Недопустима работа кулачкового элемента, у которого замкнута часть витков дугогасительной катушки. Необходимо очищать дугогасительную камеру. Заеданий и трения подвижного контакта о стенки камеры не должно быть. Полюсы камер должны плотно прилегать к сердечникам дугогасительных катушек.

Все резьбовые соединения плотно затягивают. Ослабление крепления шпилек и реек, соединяющих боковины каркаса, может привести к нарушению очередности включения кулачковых элементов.

Особое внимание обращают на работу электропневматического и электродвигательного привода. Проверяют действие вентиля, подавая напряжение на их катушки. Если при этом клапан не работает, необходимо проверить его работу вручную. Поршни приводов не должны упираться в крышку цилиндра. При медленном или нечетком переключении добавляют смазку в цилиндр привода или проводят ревизию привода.

Не допускается работа шестерен привода с изломанными зубьями — это может нарушить «развертку» кулачкового вала. Проверяют состояние электродвигателя и выводных концов, надежность крепления всех деталей привода к раме аппарата, прочность крепления проводов и кабельных наконечников. При ослаблении крепления подтягивают крепящие скобы, клипы и т.д., укрепляют провода дополнительными бандажками.

Провода не должны задевать за движущиеся части вагона, иначе может произойти повреждение изоляции.

Проверяют качество уплотнения кожухов аппаратов, исправность замков, запирающих крышки, и силу натяжения ручек замков, которая должна быть не менее 80 Н (8 кгс).

Контрольные вопросы

1. Каково назначение групповых контакторов и в чем их отличие от индивидуальных?

2. Перечислите основные части групповых контакторов.
3. Каким образом приводится в действие кулачковый контактор?
4. Как устроен и работает двухпозиционный электропневматический привод группового контактора?
5. Как устроен электродвигательный привод группового контактора?
6. Как регулируют частоту вращения кулачкового вала группового контактора?
7. Для чего предназначен реостатный контроллер?
8. Какой привод имеет кулачковый вал реостатного контроллера и на скольких позициях он фиксируется?
9. Каким образом можно менять направление вращения вала реостатного контроллера?
10. Для чего предназначен переключатель положений?
11. Какой привод имеет кулачковый вал переключателя положений и на каких позициях он фиксируется?
12. Для чего предназначен реверсор?
13. Какой привод имеет кулачковый вал реверсора и на каких позициях он фиксируется?
14. Каково назначение контроллера машиниста?
15. Сколько кулачковых валов имеет контроллер машиниста и каково их назначение?
16. Каким образом приводятся во вращение валы контроллера машиниста и какие фиксированные позиции имеет каждый из них?
17. Какие валы контроллера машиниста заблокированы друг с другом и для чего?
18. В чем заключается уход за групповыми контакторами?

§ 31. Реле управления и защиты

Устройство реле. Реле— это электрические аппараты, замыкающие или размыкающие электрические цепи при заданном значении величин (ток, напряжение, мощность, давление и т. д.). По принципу действия реле подразделяют на электромагнитные, электродинамические, тепловые, пневматические и т. д.

Благодаря простоте и надежности наибольшее применение на подвижном составе получили электромагнитные реле, которые устанавливают в силовых, вспомогательных цепях и цепях управления. В зависимости от назначения реле подразделяют на реле управления — осуществляют автоматическое управление работой тяговых двигателей (пуск, торможение и пр.) и реле защиты — защищают электрооборудование и аппараты от перегрузок, токов коротких замыканий.

По характеру действия различают реле мгновенного действия и реле с выдержкой времени. Реле мгновенного действия срабатыва-

ет мгновенно после достижения током, напряжением или другой величиной заданного значения. В реле с выдержкой времени между моментом достижения заданного значения и моментом срабатывания проходит некоторое время, называемое *выдержкой времени*. Обычно эти реле имеют регулировочное устройство, позволяющее изменять выдержку времени в определенных пределах.

Реле могут иметь несколько размыкающих и замыкающих контактов.

Электромагнитное реле состоит из катушки, насаженной на стальной сердечник, и якоря, который может втягиваться в сердечник (рис. 76, а) или же поворачиваться вокруг неподвижной оси (рис. 76, б). Последние называются *реле клапанного типа*. Они менее чувствительны к тряске, поэтому преимущественно используются на подвижном составе. К якорю 2 прикреплены на изолирующих колодках подвижные контакты 4. В зависимости от положения якоря они могут касаться верхних или нижних неподвижных контактов 3. Если отсутствует ток в катушке 1 реле, якорь под действием собственного веса или пружины отпадает. При этом подвижные контакты замыкаются с нижними неподвижными. В случае возрастания тока в катушке свыше определенного предела сила, с которой электромагнит притягивает якорь, преодолевает действие его веса или противодействующее усилие пружины, якорь реле притягивается к сердечнику 5 и подвижные контакты замыкают верхние неподвижные. При этом реле производит требуемые переключения в присоединенных к нему электрических цепях. Регулируя натяжение противодействующей пружины, можно изменять ток срабатывания реле.

После того как исчезла причина, заставившая сработать реле, его подвижные контакты автоматически возвращаются в первоначальное положение.

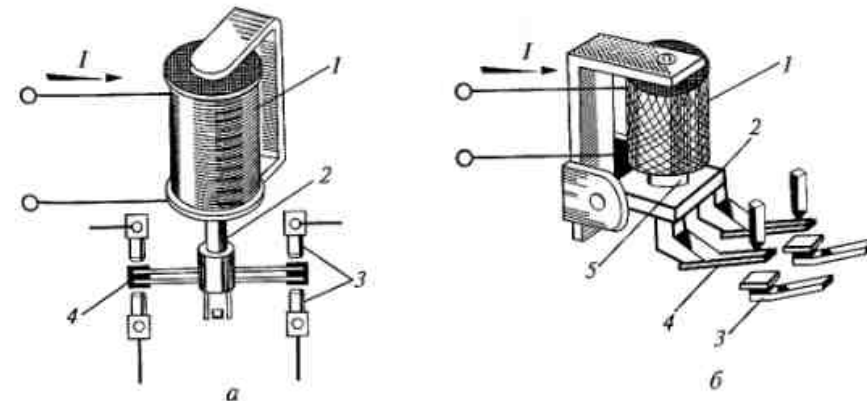


Рис. 76. Электромагнитные реле:

а — со втягивающимся якорем; б — с поворотным якорем

чальное положение. Такие реле называются *самовосстанавливающимися*, или *реле с самовозвратом*. Однако существуют реле, в которых специальная защелка препятствует возвращению подвижных контактов в первоначальное положение; это *принудительно восстанавливаемые реле*. Их снабжают дополнительной кнопкой или дистанционным электромагнитным приводом, которые позволяют отвести защелку и вернуть реле и его контакты в первоначальное положение после того, как будут устранены ненормальные условия работы, вызвавшие срабатывание реле.

Для уменьшения искрения иногда параллельно контактам реле подключают конденсаторы. Так как ток в цепях управления постоянный, то он через конденсатор не проходит и на работу цепей управления не влияет. В момент разрыва цепи контактами реле вследствие того, что ток меняется от наибольшего значения до нуля, конденсатор заряжается, поглощая при этом большую часть энергии, выделяемой в цепи. Это и предохраняет контакты от подгорания, уменьшая на них искрение. При повторном замыкании контактов реле конденсатор разряжается на замкнутую цепь.

Рассмотрим устройство и работу некоторых реле, установленных в электрических цепях вагонов.

Реле РМ-3001 (рис. 77, а) применяют в качестве токового. Оно имеет включающую катушку 1, намотанную на ребро, и магнитную систему клапанного типа. Детали реле монтируют на общей панели 11. К магнитопроводу (ярму) 12, выполненному из полосовой стали, приклепан круглый стальной сердечник 3. Якорь 2 реле также выполнен из полосовой стали и оттягивается от сердечника отключающей пружиной 9. Контактная часть реле состоит из неподвижных серебряных контактов, припаянных к гайкам 8. В гайку ввертывают шпильку 10, закрепляемую на панели. Подвижные серебряные контакты припаявают к мостику 7, который может перемещаться по направляющей, укрепленной в изоляционной планке 5. Нажатие подвижного контакта на неподвижный создается контактной пружиной 6. Реле регулируют гайкой 4, изменяющей усилие, создаваемое выключающей пружиной.

Реле РМ-3000 имеет конструкцию, аналогичную конструкции реле РМ-3001, но с несколько большим обмоточным пространством, т.е. с более высоким сердечником и ярмом. Кроме того, это реле снабжено размыкающими и замыкающими контактами.

Технические данные контактов реле РМ-3000 следующие:

Раствор контактов, мм:	
замыкающих	9—11
размыкающих	5,5—7,5
Провал, мм	2—3
Нажатие, Н (кгс)	2,2—3,3 (0,22—0,33)

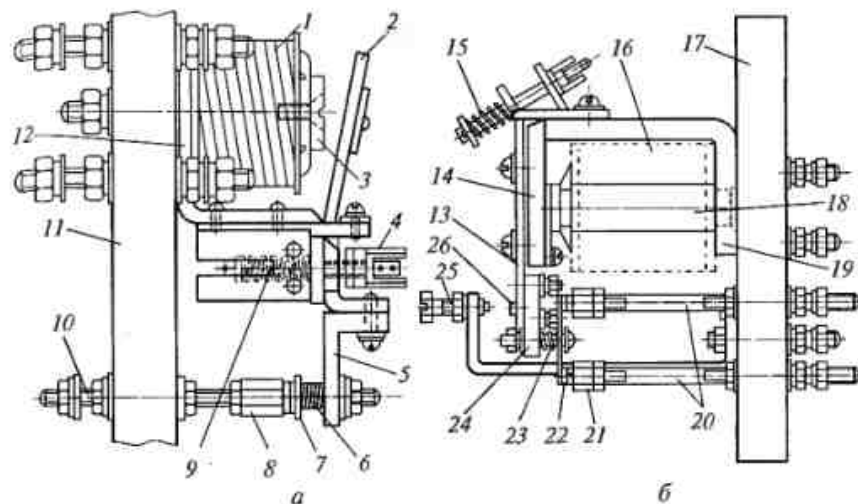


Рис. 77. Реле РМ-3001 (а) и Р-3100 (б)

Реле Р-3100 и Р-3150 применяют в качестве реле тока, напряжения и времени. Магнитную систему и контактную часть реле Р-3100 монтируют отдельно на изоляционной панели 17 (рис. 77, б). Магнитная система реле — клапанного типа с якорем 14, имеющим подвижную опору на призме. Контакты реле замыкаются под действием включающей катушки 16, находящейся на сердечнике 18. Сердечник закреплен на ярме 19. Якорь оттягивается от сердечника пружиной 15, укрепленной на специальной планке.

Подвижные контакты припаяны к токоведущему мостику 22, который перемещается по квадратной направляющей, закрепленной в пластмассовой рейке 24, неподвижные контакты — к гайке 21, закрепленной на латунной шпильке 20. В притянутом положении сердечника контактное нажатие создается пружиной 23. Контакты реле серебряные (размыкающие и замыкающие) мостикового типа. Они изолированы пластмассовой планкой от магнитной системы.

Цепь размыкающего контакта проходит через шпильку, ярмо и якорь, пластину 13, подвижной контакт 26 и неподвижный контакт 25. Цепь замыкающих контактов образуется шпильками 20 и мостиком 22. Реле Р-3150 в отличие от Р-3100 на сердечнике и ярме, прилегающем к якорю, имеет немагнитные прокладки, увеличивающие коэффициент возврата (отношение напряжения или тока отпадания якоря к напряжению или току срабатывания) до 0,6.

Технические данные контактов реле Р-3150 следующие:

Раствор, мм	5—7
Провал, мм	2—3
Нажатие, Н (кгс)	1,7—2,5 (0,17—0,25)

Реле Р-3100 $\frac{1}{1}$ и Р-3102 $\frac{1}{2}$ имеют конструкции и магнитную систему, аналогичные конструкции и магнитной системе реле Р-3100, отличаются от него параметрами катушек и замедленным срабатыванием.

Выдержка времени на срабатывание реле достигается путем установки на сердечнике катушки медного кольца или цилиндра. При отключении катушки ее спадающий магнитный поток наводит в кольцо или цилиндре ток, который удерживает еще некоторое время якорь в притянутом положении. Выдержку времени реле регулируют, изменяя натяжение пружины 15.

Технические данные контактов реле Р-3100 $\frac{1}{1}$ следующие:

Раствор контактов, мм	
закрывающих	5—8
размыкающих	5—8
Провал замыкающих контактов, мм	2—3
Нажатие, Н (кгс)	1,7—2,5 (0,17—0,25)

Реле Р-52В (рис. 78) предназначено для автоматизации управления в режимах пуска и торможения тяговых двигателей. Реле имеет блочную конструкцию. Магнитная система и контакты смонтированы на отдельном прессованном основании. Это дает возможность регулировать реле не только на вагоне, но и на стенде, что облегчает его настройку и обслуживание.

На основании 1 укреплены скоба 3 и стойка 15, выполненная из немагнитного материала. На скобе заклепками закреплен пакет, набранный из отдельных листов стали, являющийся частью магнитопровода. Пакет и стойка имеют отверстия, в которые вставляют сердечник 16 (показан штриховой линией) магнитопровода реле. Для увеличения коэффициента возврата сердечник изготовлен из отдельных листов стали. На стойке болтом 13 закреплен кронштейн 14, в отверстии которого крепится ось 24 вращения якоря. Якорь 8 с двух сторон имеет опоры вращения 21, которые ввинчены в отогнутые стенки якоря и закреплены гайками 22. Такая конструкция узла вращения создает устойчивое положение якоря при работе и не влияет на регулировку реле.

Реле выключается пружиной 10, которая одним концом закреплена за скобу 9, приклепанную к якорю, а другим через пружинодержатель 11 и регулировочный винт 12 связана с неподвижным кронштейном. Реле имеет один замыкающий 7 и один размыкающий 4 контакты. Неподвижные контакты закреплены в изоляторе 6, который на двух шпильках 2 установлен на основании. Подвижные контакты 5 припаяны непосредственно к якорю и связаны со своими зажимами через якорь и медный шунт 23.

На сердечнике реле находится несколько катушек: две силовые 19, подъемная 20, авторежимная 17 и регулировочная 18. Силовые катушки включены в цепи обмоток якорей тяговых двигателей, остальные

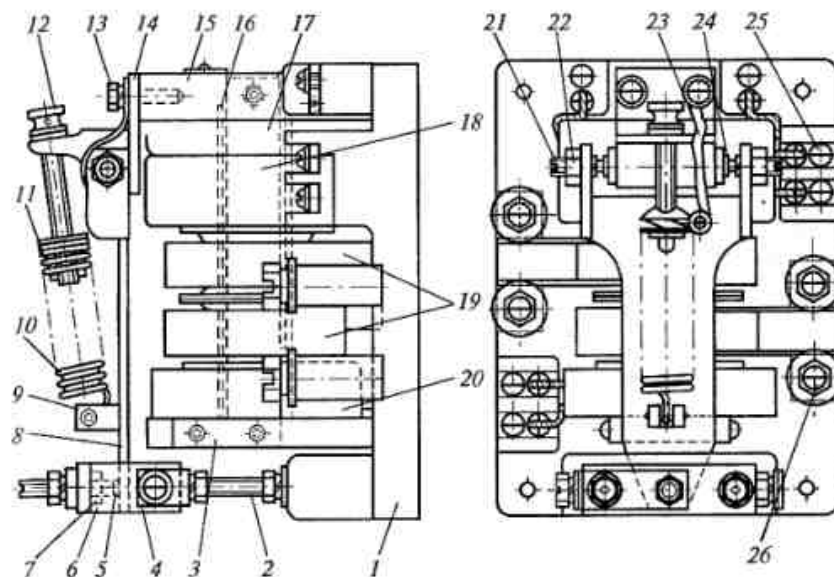


Рис. 78. Реле Р-52В

катушки — в цепи управления. Концы силовых катушек выведены на зажимы 26, а концы регулировочных — на зажимы 25.

Реле имеет малонасыщенную магнитную систему, что обеспечивает высокий коэффициент возврата. Регулируют его ток срабатывания винтом 12, натягивающим или ослабляющим пружину 10, а также изменяя раствор контактов.

Технические данные контактов следующие:

Раствор, мм	3—5
Нажатие, Н (кгс)	1,2—1,5 (0,12—0,15)

Реле РЭВ-800 (РЭВ-811, РЭВ-821) — реле времени клапанного типа. Оно предназначено для включения или выключения электрических цепей с некоторой выдержкой времени. Выдержка времени между моментом включения катушки реле и замыканием его контактов, а также между моментом выключения катушки реле и размыканием его контактов достигается применением демпферов — медных или алюминиевых цилиндров, которые устанавливаются на ярме и сердечнике магнитопровода реле.

Во время подачи напряжения на катушку реле в цилиндре вследствие взаимоиндукции возникают вихревые токи, препятствующие увеличению магнитного потока реле. В результате якорь притягивается к сердечнику не мгновенно после включения катушки реле, а с некоторой выдержкой времени. После отключения катушки в цилиндре в течение некоторого времени также

будет циркулировать ток, наводимый спадающим магнитным потоком и препятствующий уменьшению магнитного потока реле. Поэтому якорь отпадает от сердечника также с некоторой выдержкой времени.

На ярме 1 магнитопровода (рис. 79) и сердечнике 4 имеются съемные демпферы 2 и 16. На демпфере сердечника установлена катушка 3. К выводам 20 катушки присоединяют провода цепи управления. К ярму винтами 11 крепят угольник 10 и пластину 9, образующую с торцевой частью ярма призматическую опору якоря 6. Подвижной якорь оттягивается от сердечника 4 пружиной 15, натяжение которой регулируется гайкой 12. На якорь винтами 8 укреплен скоба 7, несущая изоляционную колодку 13 с подвижными контактами 19 мостикового типа, снабженными контактными пружинами. Неподвижные контакты 17 укреплены на шпильках 14. Реле имеет один замыкающий 19 и один размыкающий 18 контакты.

При регулировании выдержки времени (тока срабатывания) вначале выполняют грубую настройку реле подбором немагнитных прокладок 5, укрепленных на якорь и препятствующих его залипанию при отключении катушки. С увеличением толщины прокладок уменьшается время отпадения якоря от сердечника. Затем осуществляют более точное регулирование изменением натяжения регулировочной пружины 15. С увеличением натяжения уменьшается выдержка времени.

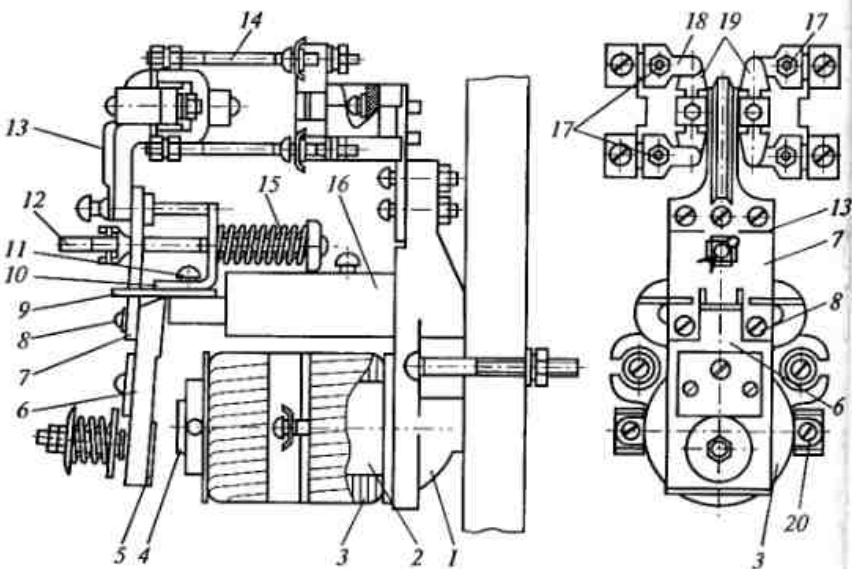


Рис. 79. Реле РЭВ-800

Реле отличаются друг от друга выдержкой времени и числом контактов.

Для удобства монтажа и обслуживания реле монтируют на асбестоцементных панелях, которые устанавливают в металлическом сварном ящике, закрытом съемными кожухами. Ящик надежно уплотняют для исключения попадания внутрь пыли и влаги. Подвешивают ящик к раме кузова изолированно. На вагонах Е установлен ящик типа ЯР-13А. В нем с одной стороны расположены первая и вторая панели, с обратной стороны — третья, четвертая и пятая.

Панели крепят болтами к рейкам, а рейки — к стенкам ящика. Провода цепей управления, идущие к контактам и катушкам реле, заводят в ящик через деревянные клицы на специальную рейку, а силовые провода присоединяют непосредственно к зажимам катушек реле.

На первой панели — панель реле перегрузки (РП) — смонтированы шесть реле РМ-3001, которые на схемах электрических цепей вагона обозначены: РПЛ, РП1-3, РП2-4, РЗ-1, РЗ-2 и «Возврат РП».

Реле РПЛ, РП1-3, РП2-4 и РЗ-1 предназначены для защиты силовой цепи вагона от токов короткого замыкания и токов перегрузки в тяговом и тормозном режимах. Катушки реле включены в силовые цепи вагона. Реле срабатывают при токе в силовой цепи, превышающем допустимое значение. В этом случае силовая цепь разрывается с помощью линейных контакторов.

Реле «Возврат РП» служит для возврата системы контактов реле, установленных на общей панели (панели реле перегрузки), в исходное положение. Катушка реле включена в цепи управления вагона.

Реле заземления РЗ-2 служит для определения вагона, на котором не собралась силовая цепь (не включились линейные контакторы). Катушка реле РЗ-2 включена в цепи управления вагона.

Реле, установленные на одной панели, имеют общую блокировочную систему (механизм восстановления), состоящую из валика 3 (рис. 80) и приваренных к нему упоров 2. На упоры воздействуют ударники 1, расположенные под ними. В нормальном рабочем состоянии якоря РП и РЗ отжаты от сердечника.

Якорь реле «Возврат РП» удерживается прижатым к сердечнику упором валика, при этом его контакты 4 замкнуты, а контакты 5 разомкнуты. При срабатывании любого из реле его якорь притягивается к сердечнику и своим ударником

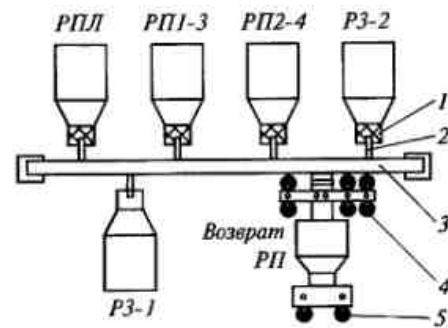


Рис. 80. Схема блокировочного механизма панели с РП

воздействует на упор валика, который поворачивается по часовой стрелке. В результате этого упор якоря реле «Возврат РП» будет оттянут от сердечника, что вызовет размыкание контактов 4 и замыкание контактов 5. После прекращения воздействия ударника реле на упор (когда катушка реле обесточится) валик под действием пружины будет возвращен в прежнее состояние, но якорь реле «Возврат РП» останется отжатым от сердечника, так как упор валика не будет касаться упора якоря, и контакты 4 и 5 не вернуться в прежнее состояние. Для восстановления блокировочного механизма необходимо подать импульсное питание на катушку реле «Возврат РП». При этом его якорь притянется к сердечнику и останется в этом положении, так как упор якоря будет удерживаться упором валика. Контакты 4 замкнутся, а контакты 5 разомкнутся, что будет соответствовать рабочему состоянию реле.

На второй панели установлены нулевое реле НР типа Р-3150 и четыре трубчатых резистора типа ПЭ, из которых один регулируемый. Нулевое реле отключает цепи управления вагона при исчезновении напряжения в контактном рельсе или при его значительном понижении. Катушка нулевого реле включена в высоковольтные вспомогательные цепи вагона.

Значительное понижение напряжения не представляет опасности для электрооборудования. Однако последующее восстановление его без предварительного включения пускового реостата может вызвать бросок тока и рывок вагона, что повлечет порчу тяговых двигателей. Для предотвращения этого и устанавливают нулевые реле (реле минимального напряжения). Повторное включение тяговых двигателей возможно только при восстановлении нормального напряжения на токоприемнике и возвращении вала реостатного контроллера на 1-ю позицию (при полностью введенном пусковом реостате).

На третьей панели установлены реле ускорения и торможения РУТ типа Р-52В и реле резервного пуска РРП типа Р-3102 1/2.

Реле РУТ предназначено для регулирования автоматического пуска и автоматического торможения вагона, т. е. регулирования скорости выведения пускотормозного реостата из цепи тяговых двигателей. Реле РУТ имеет две силовые, подъемную, авторежимную и регулировочную катушки.

Силовые катушки включены последовательно в цепь 1-й и 2-й групп тяговых двигателей, так как секции реостата выводятся поочередно из каждой группы. Силовые катушки создают основной магнитный поток, определяемый током двигателей; этот ток удерживает якорь реле в притянутом положении до тех пор, пока ток в силовой цепи не станет меньше тока срабатывания (уставки) реле.

Регулировочная катушка включена в цепи управления вагона и предназначена для автоматического изменения уставок РУТ в процессе работы силовых цепей. Уставка реле при отключенной регулировочной катушке равна 260 А. Для получения уставки выше

или ниже 260 А соответствующим образом включают регулировочную катушку, магнитный поток которой может быть направлен встречно основному магнитному потоку или согласно с ним.

Авторежимная катушка включена в цепи управления и предназначена для получения стабильного замедления при электрическом торможении независимо от наполнения (веса) вагона. В зависимости от тока авторежимной катушки меняется уставка РУТ. При порожнем вагоне ток через авторежимную катушку не проходит. По мере увеличения нагрузки на вагон ток катушки увеличивается и уставка РУТ меняется (увеличивается). Магнитный поток авторежимной катушки направлен встречно основному магнитному потоку.

Подъемная катушка включена в цепи управления вагона и предназначена для повышения четкости работы реле. Магнитный поток подъемной катушки направлен согласно с основным магнитным потоком.

Реле резервного пуска РРП типа Р-3102 1/2 предназначено для переключения основных проводов управления на контроллер резервного пуска при неисправности в цепях основного контроллера. Катушка реле включена в низковольтные вспомогательные цепи вагона. Реле РРП имеет размыкающие и замыкающие контакты.

При включении выключателя «Резервный пуск» по катушке реле протекает ток, в результате чего размыкающие контакты РРП отсоединяют основные провода управления от зажимов коробки заземления, а замыкающие контакты подсоединяют их непосредственно к аккумуляторной батарее (см. рис. 122 и 124). Заземление же основных проводов управления осуществляется через контроллер резервного пуска КРП в головной кабине. Таким образом собирается цепь питания основных аппаратов управления вагона.

На четвертой панели установлены стоп-реле № 1 (СР1) и реле перехода (Р_{пер}) типа РМ-3000, катушки которых включены в цепи управления вагона. Реле СР1 управляет работой серводвигателя реостатного контроллера. Его контакты введены в цепи обмотки якоря серводвигателя.

Реле Р_{пер} предназначено для управления работой серводвигателя переключателя положений (при повороте вала на позиции ПС, ПП, ПТ1 и ПТ2). Катушка реле получает питание на 17-й — 18-й позициях вала реостатного контроллера. Реле замыкает контакты, на серводвигатель подается напряжение, вал переключателя поворачивается в положение ПП или ПТ2.

На пятой панели находятся реле ручного торможения РРТ, реле времени РВ1 и РВ2 типа Р-3100 1/1.

Реле РРТ установлено в цепи управления для осуществления ручного торможения. Если главную рукоятку контроллера машиниста переставить из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А» и обратно, то будет осуществляться ручное (неавтомати-

ческое) выведение ступеней пускотормозного реостата. При каждой перестановке из одного положения в другое и обратно выводится одна ступень реостата.

Реле РРТ имеет две катушки — подъемную и удерживающую. Реле включится и остановит вал реостатного контроллера только при нахождении главной рукоятки контроллера машиниста в положении «Тормоз IА», т. е. когда по обеим катушкам проходит ток и их магнитные потоки складываются (магнитного потока любой одной катушки недостаточно для включения реле). Для удержания якоря реле притянутым достаточно магнитного потока одной удерживающей катушки, причем якорь реле будет удерживаться в притянутом состоянии до тех пор, пока главная рукоятка контроллера не будет переведена в положение «Тормоз I».

Реле РВ1 управляет работой серводвигателя реостатного контроллера (СДРК), его контакты в цепи обмотки возбуждения СДРК отключаются с выдержкой времени, что обеспечивает электрическое торможение вала СДРК на позициях.

Реле РВ2 обеспечивает выдержку времени на отключение линейных контакторов ЛК1, ЛК3 и ЛК4 после отключения ЛК2, что необходимо для смягчения толчка при переходе вагона из режима тяги в режим выбега.

Реле реверсирования РР установлено в ящике ЯК-31А. Оно представляет собой двойное реле РМ-3000. Катушки реле, включенные в цепи управления, соединены параллельно, а якоря жестко связаны текстолитовой колодкой. Реле предназначено для изменения направления вращения вала реостатного контроллера.

Во вспомогательных цепях вагона используют тепловое реле ТРТП-115, которое служит для выключения мотор-компрессора, когда по его обмоткам проходит ток, превышающий обычный рабочий ток, но меньший, чем ток, при котором сгорает плавкая вставка предохранителя, защищающего цепь мотор-компрессора. Такой ток при длительном прохождении может привести к недопустимому нагреву и порче обмоток мотор-компрессора. Перегрузки такого рода возникают при ненормальном трении в подшипниках, загустении смазки в компрессорах, заклинивании якорей машин.

Реле смонтировано в пластмассовом корпусе 8 (рис. 81). Биметаллические пластины 9, имеющие U-образную форму, посажены на ось 10 и представляют собой две скрепленные пластинки, выполненные из металлов с различным коэффициентом расширения. На правый конец биметаллических пластин опирается витая пружина 7, соединенная с изоляционной колодкой 3, на которой установлен подвижной замыкающий мостик 5 с серебряными контактами. Левый конец пластин соединен с механизмом изменения уставки 2, позволяющим регулировать ток срабатывания реле путем изменения предварительного натяга биметаллических пластин с помощью наружного рычага. Реле зажимами 6 и 1 включается

последовательно в цепь обмотки якоря двигателя компрессора.

При достижении тока срабатывания биметаллические пластины нагреваются, выгибаются и поворачивают изоляционную колодку вокруг оси, тем самым размыкая контакты реле. Возврат реле в исходное положение осуществляется автоматически после остывания биметаллического элемента или (для ускорения) вручную нажатием на кнопку 4, которая поворачивает изоляционную колодку в исходное положение.

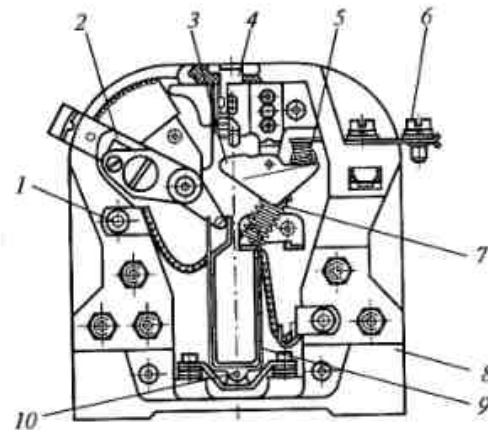


Рис. 81. Тепловое реле ТРТП

Реле срабатывает при токе 9,5 А в течение не более 20 с (ток сгорания плавкой вставки предохранителя 10 А).

Реле монтируют в ящике ЯК-4К на месте контактора с маркировкой КЗ-1. Биметаллический элемент и контакты теплового реле в электрических цепях обозначены ТРК (см. рис. 127).

На панели ПР-111Б, установленной в кабине машиниста, смонтированы реле заряда РЗ (типа РЭВ-821) и реле времени ПРВ (типа РЭВ-811), которые управляют работой контактора подзаряда аккумуляторной батареи.

На вагонах Еж3 установлены ящики с реле ЯР-13Д и ЯР-21А. В ящике ЯР-13Д имеются две панели. На первой укреплены реле РПЛ, РП1-3, РП2-4, РЗ-1, РЗ-2, «Возврат РП», НР, РВ, резисторы РЭ-7, диод В2-10. На второй панели находятся реле РВ1, РВ2, РУП, СР2, РРТ, РУТ, СР1, Р_{пер}, конденсатор КБГ-МН. В ящике ЯР-21А также имеются две панели, на которых установлены реле РВ-3, РКТТ, РТ-2, РВТ, РР, РЗ, РРВ, РПП и пять трубчатых резисторов.

Уход за реле. Перед осмотром реле убеждаются в отсутствии напряжения, удаляют пыль и грязь, изоляционные поверхности протирают чистой сухой ветошью. Все детали реле осматривают, если имеются трещины и изломы, детали заменяют. При замыкании контактов от руки подвижная часть должна иметь легкий ход, заедания недопустимы.

Убеждаются в надежности крепления катушек (они не должны поворачиваться на сердечнике). Особое внимание обращают на состояние изоляции подводящих проводов, качество пайки накопечников и надежность их крепления.

Проверяют состояние пружин, раствор и провал контактов, которые должны соответствовать техническим данным реле. При отсут-

ствии провала даже небольшой износ контактов может нарушить надежность их замыкания. Подгоревшие контакты зачищают, сильно изношенные заменяют. Если контактный мостик реле после отключения цепи катушки не опускается, а остается в верхнем разомкнутом положении, необходимо осмотреть направляющие, по которым скользит мостик. Все образовавшиеся заусенцы и неровности должны быть устранены. В случае необходимости регулируют ток и напряжение срабатывания реле.

Осматривают все детали крепления реле к панелям и панелей раме ящика, ослабшие болтовые соединения подтягивают.

Ремонт реле ТРТП в эксплуатации не допускается, неисправные реле подлежат замене.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены электромагнитные реле в цепях вагона?
2. Из каких основных частей состоит электромагнитное реле?
3. Как действует электромагнитное реле?
4. Каким образом изменяют уставку реле?
5. Благодаря чему в реле создается выдержка времени?
6. С какой целью иногда параллельно контактам реле подключают конденсатор?
7. Для чего предназначены реле перегрузки и как они работают?
8. Для чего служат реле «Возврат РП» и РЗ-2?
9. Каким образом срабатывает и восстанавливается блокировочный механизм на панели с реле перегрузки?
10. Для чего предназначено нулевое реле?
11. Каково назначение и принцип работы реле ускорения и торможения РУТ?
12. Сколько катушек имеет реле РУТ и каково назначение каждой?
13. Для чего служит реле резервного пуска РРП?
14. Каково назначение реле СР-1 и РВ-1?
15. Для чего предназначены реле реверсирования РР и реле перехода $R_{пер}$?
16. Для чего предназначено и как работает тепловое реле, установленное в электрических цепях вагона?
17. В чем заключается уход за реле?
18. На что обращают особое внимание при осмотре реле?

§ 32. Выключатели

Автоматический выключатель. На вагонах Е и Еж3 выключатель служит для автоматического отключения вспомогательных цепей вагона от питающей сети при увеличении тока в ней сверх допустимо-

го значения. Включение производится вручную. При необходимости аппарат также может быть отключен вручную. Детали автоматического выключателя АВ-8А (рис. 82) собраны на изоляционном основании 11 и заключены в пластмассовый прессованный кожух 10.

Устройство и принцип работы автоматического выключателя аналогичны устройству и принципу работы электромагнитных контакторов.

Включают аппарат рукояткой 7, которая надежно изолирована от токоведущих частей выключателя. При переводе рукоятки в положение «Включено» держатель 1 подвижного контакта вместе с контактом поворачивается против часовой стрелки, сжимая отключающую пружину 8. В конечном положении, когда электрическая цепь замкнута, рукоятка встает на защелку 6 и удерживается во включенном положении. Ток идет от зажима 9 через замкнутые контакты, гибкий шунт, силовую катушку 4 к зажиму 5.

Для автоматического размыкания электрической цепи выключатель снабжен электромагнитным устройством, состоящим из сердечника, якоря 3, скобы и силовой катушки 4, намотанной на ребро из полосовой меди. Якорь шарнирно закреплен на скобе, непосредственно соприкасающейся с сердечником.

Если ток превысит уставку выключателя, то электромагнитная сила, создаваемая катушкой, преодолет силу пружины 2 и притянет якорь к сердечнику. При перемещении якоря по направлению к сердечнику его упор отведет защелку 6 и контакты выключателя под действием отключающей пружины 8 разомкнутся, разрывая электрическую цепь.

Выключить аппарат при необходимости можно также переводом рукоятки в положение «Отключено».

Для гашения электрической дуги, возникающей при разрыве цепи с большим током, выключатель снабжен дугогасительным устройством. Катушка выключателя является вместе с тем и дугогасительной. В дугогасительную камеру (на рисунке не показана) запрессованы металлические полюсы. Дугогасительную камеру легко снять для осмотра контактов, в рабочем положении она закреплена замком.

Автоматический выключатель является аппаратом мгновенного действия. Полное время его отключения составляет 0,04 с.

Ток уставки выключателя регулируют изменением натяжения пружины 2.

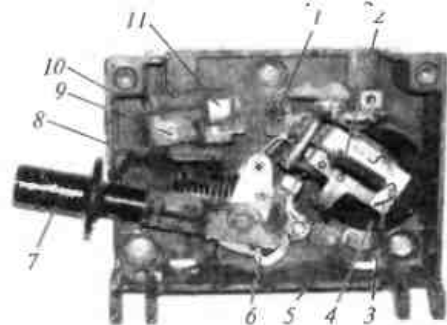


Рис. 82. Автоматический выключатель АВ-8А

Устанавливают автоматический выключатель на перегородке в кабине машиниста камерой вверх, что обеспечивает хорошее гашение дуги. Провода в корпус заводят через отверстия с резиновыми уплотнениями и крепят к зажимам 5 и 9.

Технические данные автоматических выключателей АВ-8А следующие:

Номинальное напряжение, В	750
Ток продолжительного режима, А	70
Ток уставки, А	120
Нажатие контактов, Н (кгс)	90—140 (9—14)
Раствор контактов, мм	13—16
Провал контактов, мм	8—10

Выключатели управления. Их применяют для управления электрическими цепями вагона из кабины машиниста. Выключатели имеют ручной привод.

Выключатели ВУ-222А (рис. 83, а) устанавливают во вспомогательных цепях высокого напряжения (отопления, освещения, подзаряде аккумуляторной батареи) и в цепях управления. Это однополюсный выключатель рычажного типа с мгновенным размыканием контактов. Выключатель имеет корпус 1, в котором смонтировано контактное устройство. Размыкание и замыкание контактов осуществляются с помощью рукоятки 9. Выключатель имеет дугогасительную камеру 4, дугогасительную катушку 2 с сердечником и полюсами. Неподвижный контакт 3, который представляет собой медную пластину, крепят к корпусу. Подвижной контакт 5 соединяют со стойкой гибким медным шунтом 6.

При повороте рукоятки 9 вокруг оси 8 подвижной контакт под действием пружины 7 поворачивается в выемке рукоятки и, пройдя «мертвую» точку, мгновенно переходит на неподвижный контакт 3. Под действием пружины подвижной контакт остается в этом положении. Рекомендуется во время переключения аппарата не задерживать движение рукоятки. Пластмассовый корпус 1 крепится двумя винтами.

Технические данные выключателя ВУ-222А следующие:

Номинальное напряжение, В	250
Ток продолжительного режима, А	5—20*
Нажатие контактов, Н (кгс)	3—4 (0,3—0,4)
Раствор контактов, мм	14—17
Провал контактов, мм	1,5—2,5

* Ток определяется параметрами дугогасительной катушки.

Выключатель ВУ-224 (рис. 83, б) представляет собой рычажный механизм с рукояткой, собранный на изоляционном основании с крышкой из пластмассы. Подвод проводов к неподвиж-

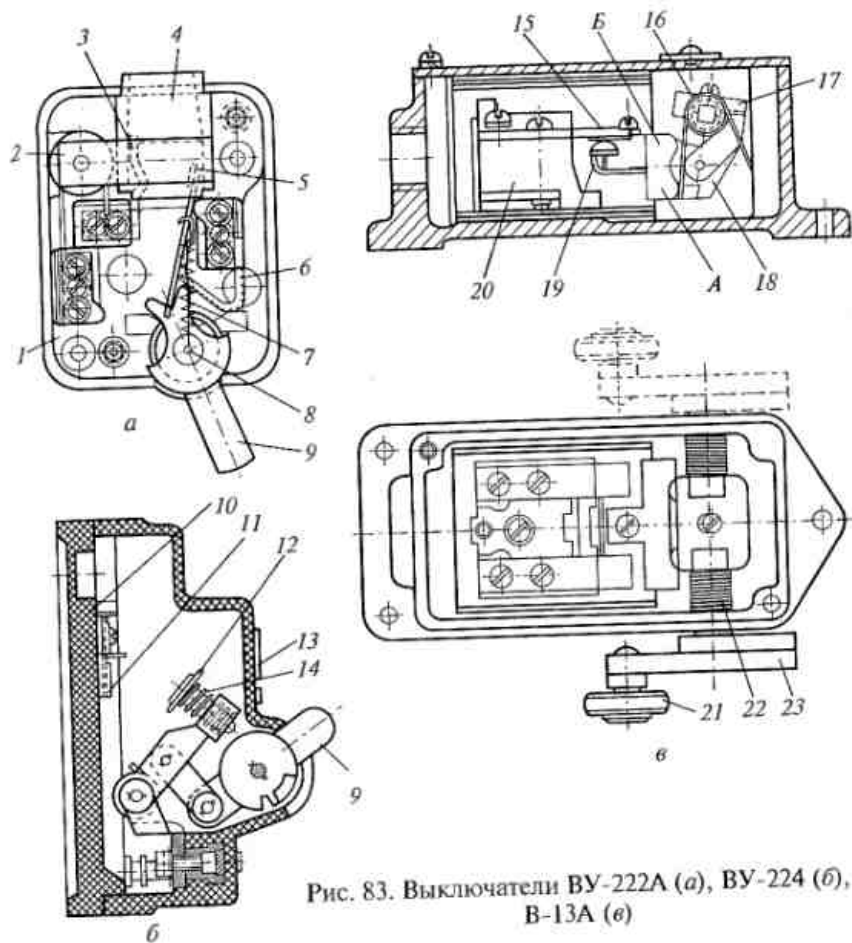


Рис. 83. Выключатели ВУ-222А (а), ВУ-224 (б), В-13А (в)

ным контактам осуществляется через отверстие в основании. Подвижной контакт мостикового типа размещается на рычажном механизме.

Выключатели используются в двух исполнениях: с возвратной пружиной (импульсного действия) и без возвратной пружины (постоянного действия). Последние предназначены для управления двигателем компрессора и закрывания дверей. С помощью импульсных выключателей осуществляют открывание дверей, управление цепями освещения, возбуждение катушек реле заземления и включение реле перегрузки. В крышке 13 на оси закреплена рукоятка 9, которая через систему рычагов связана с подвижным мостиковым контактом 12. Неподвижные контакты 11 закреплены на втулках, которые запрессованы в основание 10.

При вращении рукоятки 9 мостик приближается к неподвижным контактам, замыкая электрическую цепь. Нажатие подвижного контакта на неподвижный создается пружиной 14.

Технические данные выключателя ВУ-224 следующие:

Номинальное напряжение, В	250
Ток продолжительного режима, А	20
Нажатие контактов, Н (кгс)	4—5 (0,4—0,5)
Раствор контактов, мм	10—14
Провал контактов, мм	1,5—2,5

Выключатель ВУ-226 — выключатель освещения кабины рычажного типа с мгновенным размыканием имеет два положения «Включено» и «Выключено». Выключатель собран на изоляционной панели, закрыт пластмассовой крышкой; системы дугогашения нет.

Выключатель ВБ предназначен для отключения аккумуляторной батареи от электрических цепей вагона. Он состоит из трех выключателей ВУ-222А, установленных на одной изоляционной панели. Для обеспечения синхронности действия аппаратов рукоятки выключателей связаны одной жесткой тягой так, что при вращении одной рукоятки вращаются другие. Таким образом обеспечивается одновременное отключение аккумуляторной батареи от зарядной цепи и цепей управления.

Технические данные выключателя ВБ следующие:

Номинальное напряжение, В	450
Ток продолжительного режима, А	25
Нажатие контактов, Н (кгс)	3—4 (0,3—0,4)
Раствор контактов, мм	14—17
Провал контактов, мм	1,5—2,5

Выключатель КЕ-011 имеет пластмассовую коробку, на которой закреплены две пары неподвижных контактов, электрически не связанных друг с другом, стержень толкателя с двумя контактными мостиками и возвратной пружиной. Выключатель КЕ-011 имеет или два замыкающих или два размыкающих контакта. С помощью КЕ-011 осуществляется управление катушками реле сигнализации РЗ-2, реле возврата РП, контактора освещения и катушками вентилей ДВР.

Технические данные выключателя КЕ-011 следующие:

Номинальное напряжение, В	90
Ток продолжительного режима, А	5

Выключатели КЕ-011 и ВУ-224 размещены на пульте управления в кабине машиниста.

Выключатели В-13А, В-13Б (дверные блокировки) установлены в пассажирском помещении под диванами у каждой раз-

движной двери и предназначены для подачи сигнала в кабину машиниста о положении дверей вагонов.

При открытых дверях контакты выключателя замкнуты, при закрытых — разомкнуты. Контакты соединены параллельно, и в их цепь включена сигнальная лампа, находящаяся в кабине машиниста. Если хоть одна дверь поезда открыта, сигнальная лампа будет гореть. Отправление поезда производится после того, как сигнальная лампа погаснет.

Выключатель В-13А (рис. 83, в) имеет литой корпус, в котором расположен вал 16 с укрепленным на нем кронштейном 17. На кронштейне может вращаться держатель 18, несущий подвижной контактный мостик 19. Спиральные пружины 22 создают контактное нажатие и служат для возврата приводного рычага 23 в исходное положение. Неподвижные контакты 15 смонтированы на изоляционной колодке 20. Выключатель выполнен с размыкающими контактами. Приводной рычаг 23 с роликом 21 можно переставлять через каждые 15° относительно корпуса. Таким образом рычаг может занимать 24 различных положения. Кроме того, возможна перестановка приводного рычага на противоположную сторону корпуса, чем выключатель В-13А (правый) отличается от выключателя В-13Б (левый). При повороте приводного рычага 23 путем нажатия на ролик 21 подвижные контакты начинают скользить по неподвижным, так как спиральные пружины упираются своими концами в нижний уступ А держателя 18. Скольжение продолжается до тех пор, пока верхний уступ Б держателя не упрется в пружину, после чего начинается разрыв контактов.

При прекращении нажатия рычага дверной створки на ролик 21 держатель 18, поворачиваясь вокруг оси под действием пружины 22, возвращается в исходное положение, при котором контакты его снова будут замкнуты. В процессе замыкания происходит притирание контактов.

Уход за выключателями. Перед осмотром выключателей убеждаются в отсутствии напряжения на них, удаляют пыль, грязь, протирают изоляционные поверхности чистой сухой ветошью.

При осмотре автоматического выключателя обращают особое внимание на состояние контактов, гибких шунтов и боковых стенок дугогасительной камеры. Автоматический выключатель срабатывает редко, поэтому износ его контактов происходит главным образом вследствие оплавления при разрыве электрической цепи.

Не допускается касание подвижного контакта о стенки дугогасительной камеры, минимальный зазор между ними должен быть не менее 1 мм. Смещение контактов относительно друг друга допускается не более 1,5 мм. В процессе работы под действием дуги происходит выгорание стенок камеры, поэтому камеры, имеющие значительный прогар (3—3,5 мм), заменяют. Не разрешается эксплуатация автоматического выключателя с надломленными гибкими шунтами.

В отсутствие заедания вращающихся деталей убеждаются, включая и отключая несколько раз автоматический выключатель вручную. Трущиеся шарнирные части механизма включения и отключения смазывают тонким слоем машинного масла.

Проверяют надежность крепления корпуса выключателя к перегородке кабины, состояние всех винтов, болтов и пружинных шайб, крепление проводов под контактными болтами и винтами, состояние изоляции подходящих к выключателю проводов. При необходимости провода изолируют. Сильно изношенные детали выключателей заменяют. Зачищают нагар контактов.

Убеждаются в наличии соответствующих раствора и притирания контактов, в четкости их включения и отключения. Проверяют крепление корпуса, крышки выключателя, убеждаются в отсутствии трещин и сколов в них.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен автоматический выключатель?
2. Из каких основных деталей состоит автоматический выключатель?
3. Каким образом выключается и включается автоматический выключатель?
4. Как обеспечивается защита персонала от попадания под высокое напряжение при работе с выключателем?
5. Каково назначение выключателей управления и где их используют?
6. Чем различаются устройство и принцип работы выключателей постоянного и импульсного действия?
7. Какова конструктивная особенность выключателя ВВ и для чего он используется?
8. Для чего предназначены дверные блокировки? Где они установлены и как работают?
9. В чем заключается обслуживание выключателей?
10. На что обращают особое внимание при осмотре автоматического выключателя?
11. Какова главная причина износа контактов автоматического выключателя?
12. Каков минимальный допустимый зазор между стенками дугогасительной камеры и подвижным контактом автоматического выключателя?

§ 33. Регулятор давления

Устройство. Регулятор давления предназначен для автоматического включения и отключения электродвигателей компрессоров вагонов в зависимости от давления сжатого воздуха в напорной ма-

гистрале. Цепь компрессора включается при давлении 0,63 МПа (6,3 кгс/см²), а отключается при давлении 0,82 МПа (8,2 кгс/см²). На вагонах метрополитена установлен регулятор давления АК-11Б (рис. 84). На пластмассовом основании 1 установлены направляющая 11 для штока 16 и чугунный фланец 12, соединенный с напорной магистралью.

Между фланцем и основанием проложена диафрагма 17 из вакуумной резины толщиной 2 мм. В отверстие направляющей вставлен

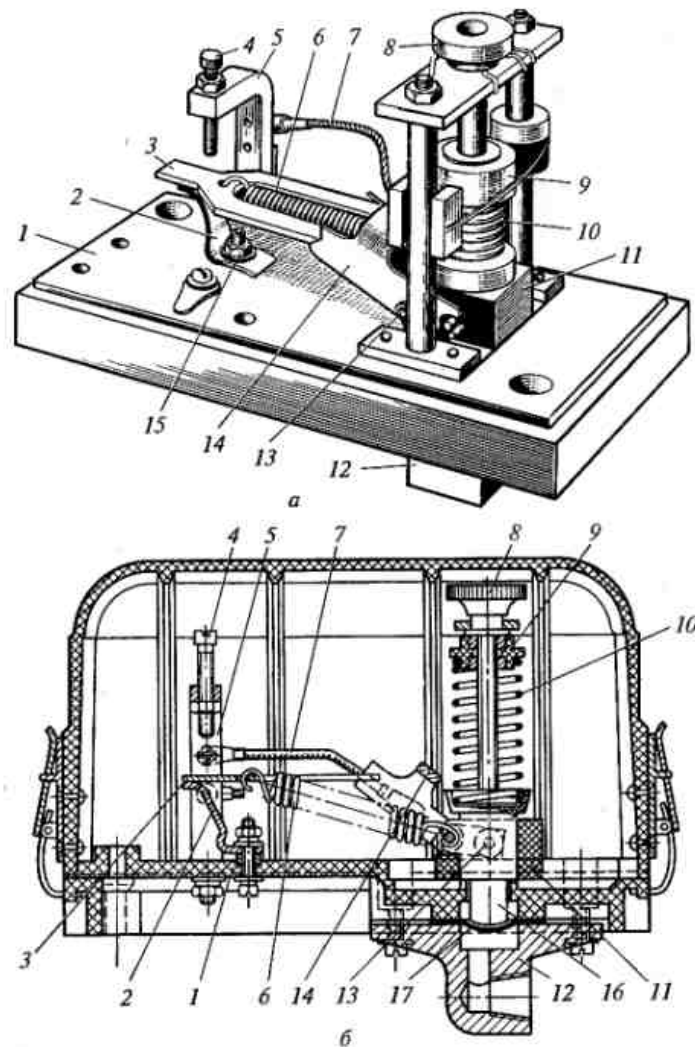


Рис. 84. Регулятор давления АК-11Б

пластмассовый шток, упирающийся одним концом в диафрагму, а другим — в регулировочную пружину 10. Со штоком осью 13 связан рычаг 14, на другом конце которого на призме укреплен подвижной контакт 3. Этот контакт под действием пружины 6 может занимать одно из фиксированных положений: нижнее (закрывается с неподвижным контактом 2, прикрепленным к основанию 1 болтом с гайкой 15) и верхнее (упирается в винт 4 стойки 5).

При давлении воздуха ниже заданного шток под действием пружины 10 прогибает диафрагму и опирается на выступ основания. В нижнем положении штока контакты 2 и 3 под действием усилия пружины замкнуты. С увеличением давления шток поднимается, сжимает пружину и поворачивает рычаг 14. Сопротивление контактной пружины при этом уменьшается. При определенном давлении подвижной контакт проходит через «мертвую» точку контактной пружины, переключается в верхнее разомкнутое положение, и мотор-компрессор отключается.

Установку регулятора на отключение регулируют винтом 8 с гайкой 9, расположенной в планке, в которую упирается пружина 10, а на включение — изменяя раствор контактов винтом 4. Чем больше этот раствор, тем больший перепад давления необходим для включения контактов. Рычаг соединен со стойкой гибким шунтом 7. Регулятор закрыт пластмассовым кожухом, имеющим замок. Провода в кожух вводят через сальник в отверстии основания.

Технические данные регулятора давления АК-11Б следующие:

Раствор контактов, мм.....	5—15
Нажатие контактов, Н (кгс).....	2—5 (0,2—0,5)
Ток продолжительного режима, А.....	20
Номинальное напряжение, В.....	70
Давление воздуха, МПа (кгс/см ²):	
для включения.....	0,63—0,68 (6,3—6,8)
для отключения.....	0,77—0,82 (7,7—8,2)

Уход за регулятором давления. Перед осмотром регулятора убеждаются в отсутствии напряжения на нем, удаляют пыль, грязь, изоляционные поверхности протирают чистой сухой ветошью. При осмотре проверяют состояние и крепление подвижного контакта, рычага, пружины, шунта, осей и других деталей подвижного механизма. Детали, имеющие трещины, сколы, сорванную резьбу, а также пружину, просевшую по высоте, с изломанными витками заменяют. Медную окись с контактов удаляют. При пропуске воздуха заменяют резиновую диафрагму.

Проверяют состояние изоляции подходящих проводов, их крепление под контактными винтами. Убеждаются в том, что раствор контактов соответствует техническим данным. Если необходимо, подтягивают пружину выключающего механизма.

После осмотра необходимо проверить работу регулятора давления на включение и отключение по манометру и при необходимости выполнить регулировку.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен регулятор давления?
2. При каких значениях давления сжатого воздуха регулятор включается и отключается?
3. Из каких основных деталей состоит регулятор давления?
4. Каков принцип работы регулятора давления?
5. Каким образом изменяют уставку регулятора на включение и отключение?
6. В чем заключается обслуживание регулятора давления?

§ 34. Резисторы, электрические печи и индуктивные шунты

Резисторы. Резисторы предназначены для ограничения тока в электрических цепях. В зависимости от назначения резисторы разделяют на пускотормозные, регулировочные, ослабления возбуждения, демпферные и добавочные.

Пусковые резисторы включают в цепь обмотки якоря тягового двигателя для снижения пускового тока. При электрическом торможении электроподвижного состава вырабатываемая тяговыми двигателями электроэнергия гасится в резисторах, которые называются тормозными. Одни и те же резисторы используют как в режиме тяги, так и в режиме электрического торможения, поэтому их называют пускотормозными.

Пускотормозные резисторы (реостаты) выполняются из элементов КФ, отличающихся друг от друга активным сопротивлением, числом витков и площадью сечения ленты. Элемент КФ состоит из катаной фехральной ленты 1 (рис. 85), намотанной в виде спирали на ребро и уложенной в направляющие канавки двух керамических изоляторов 3, закрепленных на металлическом держателе 5. Фехраль (сплав железа, хрома и алюминия) обладает высокими удельным сопротивлением, термостойкостью и механической прочностью. К концам спирали при-

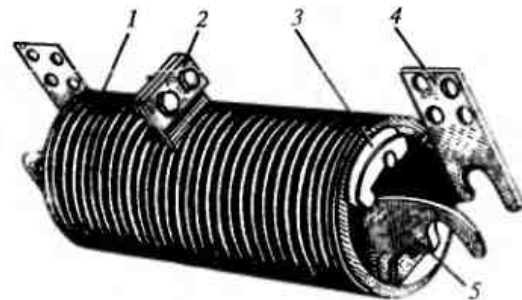


Рис. 85. Элемент КФ

паивают плоские выводы 4, которыми элементы соединяются один с другим. Часто на элементах предусматривают промежуточные плоские выводы 2.

Комплект элементов пускотормозного реостата монтируют в ящиках. Комплекты отличаются один от другого типами элементов, входящих в них.

На вагонах Е установлен комплект резисторов пуско-тормозного реостата КФ-47А, состоящий из семи ящиков (рис. 86, а), в каждом из которых имеется по восемь элементов 1 — два в горизонтальном ряду и четыре в вертикальном. Ящики подвешивают под кузовом вагона на изоляторах 6.

На вагонах Еж3 установлен комплект резисторов КФ-47А-6, состоящий из восьми ящиков, в каждом ящике — по восемь элементов КФ.

В стойках 4 ящика закреплены шпильки 2, изолированные миканитом. На шпильках установлены элементы, изолированные друг от друга и от их держателя фарфоровыми изоляторами 3 с мягкими асбестовыми прокладками. Таким образом, фехрелевая лента элемента по отношению к корпусу ящика имеет двойную изоляцию, а по отношению к раме кузова — тройную: первая ступень — ребристый изолятор элемента, вторая — миканитовая опрессовка шпильки, третья — изоляция ящика от кузова вагона. Такая изоляция обеспечивает надежную электрическую прочность аппарата, необходимую для безопасности обслуживающего персонала.

Расстояние между двумя соседними элементами на шпильке фиксируется дистанционными втулками.

Элементы в ящике реостата соединены один с другим шинами 5 согласно монтажной схеме. Концы выводных шин и наконечники подводящих силовых проводов закреплены на пластине зажимов болтами. Номинальное напряжение резисторов, 750 В.

Резисторы (реостат) ослабления возбуждения тяговых двигателей предназначены для изменения магнитного потока двигателей: они шунтируют обмотку возбуждения. Реостат, соединенный последовательно с обмоткой индуктивного шунта, включают параллельно обмоткам возбуждения групп тяговых двигателей.

На вагонах установлен комплект резисторов КФ-50А (рис. 86, б), состоящий из одного ящика с четырьмя фехрелевыми элементами, имеющими несколько выводов, приваренных к ленте.

Реостат имеет восемь ступеней, включаемых по четыре ступени на каждую группу тяговых двигателей с помощью индивидуальных контакторов КШ-1 и КШ-2 (см. рис. 110). Введение и выведение ступеней реостата осуществляются автоматически реостатным контроллером.

Ящик с реостатом ослабления возбуждения подвешивают на изоляторах к раме кузова. Номинальное напряжение резисторов 750 В.

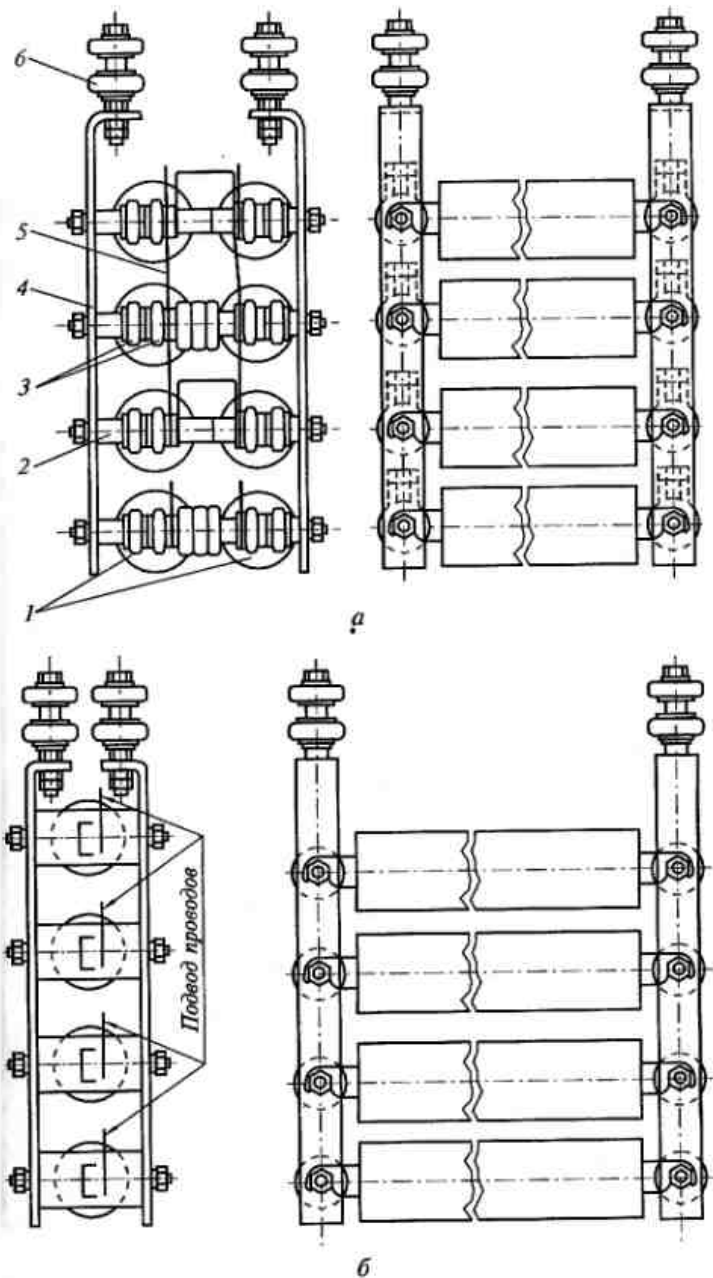


Рис. 86. Ящики с пускотормозными резисторами (а) и с резисторами ослабления возбуждения (б)

Демпферные резисторы применяют для ограничения тока короткого замыкания, отключаемого автоматическим выключателем высоковольтных вспомогательных цепей.

Демпферный резистор КФ-10Б выполнен из двух последовательно соединенных фехралевых элементов, установленных в стальном сварном ящике на двух шпильках, опрессованных миканитом. Ящик подвешивают к раме кузова на изоляторах. Номинальное напряжение резисторов 750 В.

Добавочные резисторы используют во вспомогательных цепях высокого напряжения и цепях управления для уменьшения напряжения, подаваемого на прибор, лампу или обмотки контакторов и реле. Их включают путем последовательного соединения с перечисленными элементами, что удешевляет и упрощает конструкцию аппарата.

В качестве добавочных используют трубчатые резисторы типов ПЭ и ТС. Добавочные резисторы различаются мощностью и конструкцией.

Резистор ПЭ-75 (рис. 87) проволочный, с эмалированным покрытием, мощностью 75 Вт, имеет диаметр 25 мм, длину 160 мм и состоит из керамической трубки 1, на которую намотана нихромовая проволока с достаточными зазорами между витками. После намотки трубку покрывают стекловидной эмалью при высокой температуре. Эмаль фиксирует витки, изолирует их друг от друга и предохраняет от окисления на воздухе. По концам к трубке с помощью фарфоровых изоляторов 3 и сквозной шпильки 5 с гайками 4 крепят два стальных оцинкованных держателя 2, к которым подсоединяют выводы 6 из гибкого медного провода площадью сечения 1—1,5 мм². Выводы припаивают к держателям латунным припоем. Держатели используют для крепления резистора к панели, а также для присоединения внешних проводов.

Резистор ПЭ-150 аналогичен по конструкции резистору ПЭ-75, но отличается от него только мощностью (150 Вт).

Трубчатый резистор ТС отличается от резисторов ПЭ материалом трубки, диаметром и составом стеклоэмали.

На вагоне Е добавочные резисторы установлены в ящике ЯС-24Г (рис. 88). В нем на панелях 1 и 2 смонтированы 36 трубчатых резисторов ПЭ-150 и 12 трубчатых резисторов ПЭ-75. Резисторы 4, установленные на панели 2, включены в цепи электродвигателей компрессора, освещения, нулевого реле и управления.

Резисторы 9, установленные на панели 1, включены в цепи заряда аккумуляторной батареи и обмоток подмагничивания тяговых двигателей.

Весь монтаж осуществляют неизолированным медным проводом 3, на который предварительно надевают фарфоровые бусы. Друг с другим резисторы соединяют медными шинами 5. Концы проводов, вводимых в ящик через деревянные клицы 7, крепят на рейке 8 зажимов. Ящик подвешивают к раме кузова на изоляторах 6. Номинальное напряжение резисторов 750 В.

На вагонах Еж3 установлены ящики ЯС-35А и ЯС-44А. В ящике ЯС-35А на двух панелях установлены 59 резисторов силовой цепи, цепей управления, вспомогательных цепей высокого и низкого напряжения. В ящике ЯС-44А находятся 13 резисторов вспомогательной цепи высокого напряжения.

Электрические печи. Их используют для подогрева воздуха в кабине машиниста. Применяют печи типа ПЭТ (рис. 89) с трубчатыми нагревательными элементами 6, через которые пропущены проволочные спирали. Трубки, заполненные кварцевым песком для предотвращения вибрации и смещения спиралей, укреплены на изоляторах 5, помещенных в стальной кожух 3 с отверстиями для лучшей теплоотдачи. Кожух снабжен крышками 1 и 2. Трубки одной печи соединяют перемычками последовательно. Зажимы 4 служат для подключения печи к сети. Номинальное напряжение 750 В.

Чтобы исключить возможность попадания под напряжение обслуживающего персонала в случае пробоя изоляции нагревательных элементов, кожух имеет контактный винт для заземления на кузов вагона (зажим на перегородке кабины машиниста).

Индуктивные шунты. Эти шунты используют в цепях ослабления возбуждения тяговых двигателей. Назначение их было рассмотрено в § 19.

На вагоне Е установлен индуктивный шунт ИШ-10А (рис. 90), который состоит из шести одинаковых катушек 6, закрепленных на одном общем сердечнике. Каждая три катушки соединены последовательно и используются в цепях ослабления возбуждения одной из групп тяговых двигателей. Сердечник набирают из листов электротехнической стали и крепят болтами 4 к стенкам 3. Между катушками устанавливают перегородки 1 из картонных

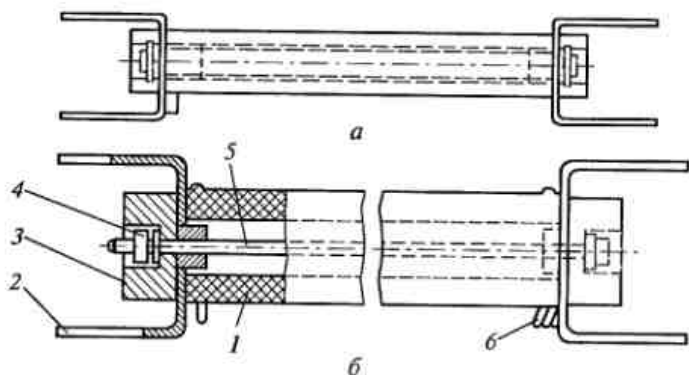


Рис. 87. Резистор ПЭ-75:
а — общий вид; б — разрез

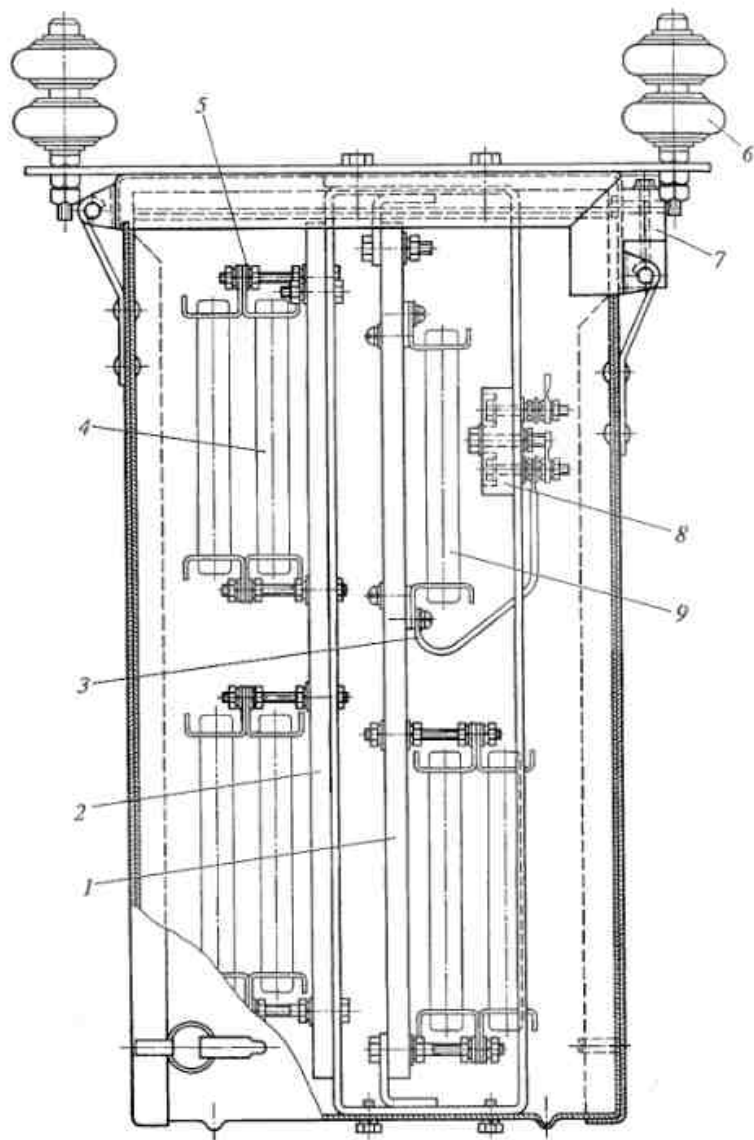


Рис. 88. Ящик ЯС-24Г с добавочными резисторами

листов. Шунт имеет выводы 2, 5 (всего четыре вывода). Силовые провода крепят к выводам болтами, а место соединения изолируют лакотканью, покрывают киперной лентой и накладывают бандаж из шлагата.

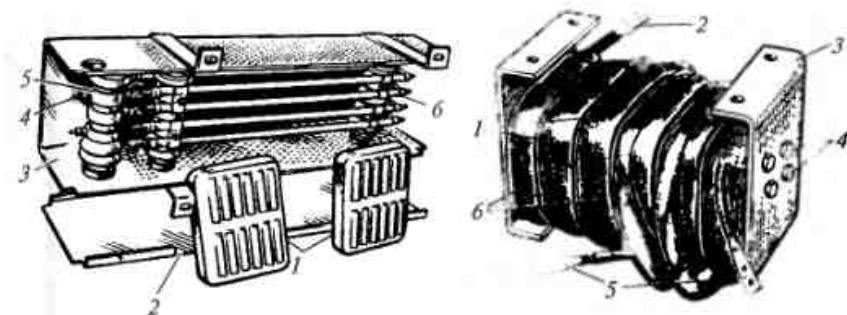


Рис. 89. Электрическая печь ПЭТ Рис. 90. Индуктивный шунт ИШ-10А

Шунт подвешивают к раме кузова на изоляторах. Номинальное напряжение 750 В.

На вагонах Еж3 установлен индуктивный шунт ИШ-15А; по конструктивному исполнению он аналогичен ИШ-10А, отличается лишь техническими данными катушек.

Уход в эксплуатацию. Перед осмотром убеждаются в отсутствии напряжения, удаляют пыль, грязь. Изоляционные поверхности протирают. Во время осмотра резисторов проверяют состояние фехральной ленты и соединительных шин, убеждаются в отсутствии оплавлений, трещин, изломов, надрывов. Перегоревшую спираль фехрального элемента допускается сваривать латуной. Если при этом общее сопротивление элемента уменьшается более чем на 10 %, элемент заменяют.

Проверяют состояние изоляции. При изломе и пробое изолятора его заменяют. Все болтовые соединения должны быть надежно затянуты, крепежные детали не должны иметь дефектов.

Проверяют состояние эмали трубчатых резисторов. Резисторы со сколами эмали в местах выхода выводов и у торцов трубки, а также со следами недопустимого нагрева заменяют.

Контролируют состояние реек с зажимами, перемычек, шин внутреннего монтажа, фарфоровых бус, качество полуды.

Проверяют уплотнение кожуха ящика с резисторами. Если при этом детали ящика окажутся загрязненными значительным количеством пыли, уплотнение исправляют или заменяют кожух.

Проверяют крепление контактных соединений электрических печей, изоляторов, нагревательных элементов. Нагреватели, имеющие изломы и трещины, заменяют. Особое внимание уделяют качеству обработки поверхности и надежности заземления. Проверяют состояние замков кожуха. Очищают поверхность фарфоровых изоляторов, на которых подвешен ящик.

Обращают внимание на состояние и крепление проводов индуктивных шунтов, состояние изоляции. Убеждаются в отсутствии трения проводов об оборудование вагона. Проверяют состояние и

крепление шунта, целостность изоляторов подвески. Изоляторы очищают.

Контролируют прочность затяжки стягивающих шпилек и болтов, убеждаются в отсутствии трещин в установочных лапах. Замеяют активное сопротивление шунтов, убеждаются в отсутствии межвиткового замыкания катушек.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены резисторы? Как их классифицируют по назначению?
2. Каково назначение пускотормозного реостата, в какую электрическую цепь и как он включается?
3. Что представляет собой фехралевый элемент? Каким образом комплектуют элементы в ящиках?
4. Как обеспечивается двойная изоляция фехралевых элементов по отношению к корпусу ящика?
5. Для чего предназначен резистор ослабления возбуждения? В какую электрическую цепь и как его включают?
6. Для чего предназначены демпферные резисторы? В какие электрические цепи их включают?
7. Для чего служат добавочные резисторы? В каких цепях их используют?
8. Что представляет собой электрическая печь? Для чего и как заземляют кожух печи?
9. Для чего предназначены индуктивные шунты?
10. Каково устройство индуктивного шунта?
11. В чем состоит уход за резисторами и индуктивными шунтами?

§ 35. Плавкие предохранители

Устройство. Плавкие предохранители предназначены для защиты электрических цепей от токов короткого замыкания и токов перегрузок. На вагонах используют плавкие трубчатые предохранители. При одинаковых отключаемых токах мощность электрической дуги в высоковольтных цепях больше, чем в низковольтных. Поэтому конструкции плавких предохранителей для разных цепей различны.

Высоковольтный трубчатый предохранитель (рис. 91) состоит из фибровой трубки 5, на концы которой надеты и закреплены винтами 4 латунные колпачки 3. К этим колпачкам в их торцевой части припаяна плавкая вставка 1 из медной проволоки соответствующего диаметра. Внутренняя полость колпачков заполнена асбестовой ватой 7, а трубка между изолирующими асбестовыми шайбами 6 заполнена мраморной крошкой 2 или кварцевым песком.

Латунные колпачки плавких предохранителей входят в пружинящие контактные зажимы, закрепленные на изоляционных основаниях.

При увеличении тока в защищаемой цепи выше допустимого значения проволока плавится, разрывая цепь. Под действием высокой температуры фибра и мраморная крошка выделяют значительный объем газа, повышая давление в трубке, что способствует быстрому гашению электрической дуги. Номинальный ток, на который рассчитан плавкий предохранитель, указан на латунном колпачке. Такой ток предохранитель может выдерживать в течение длительного времени.

Низковольтный предохранитель ПР-2 состоит из разборного закрытого патрона (без наполнителя) и плавкой вставки в виде цинковой пластины, имеющей сужения, в которых вставка плавится при прохождении по ней тока свыше номинального значения.

В одном и том же патроне могут быть установлены плавкие вставки на разные номинальные токи, но не превышающие номинального тока патрона. Например, в патрон, рассчитанный на 15 А, могут быть вставлены вставки на 6, 10 и 15 А.

Недостатком плавких предохранителей являются зависимость времени сгорания плавкой вставки от значения протекающего по ней тока: чем больше ток, тем скорее она сгорает. При большом токе вставка сгорает почти мгновенно. Однако малые перегрузки плавкие предохранители выдерживают неопределенно длительное время, так как значение тока, расплавляющего вставку, зависит от ряда трудно учитываемых условий (температура окружающей среды, изменение площади сечения плавкой вставки вследствие коррозии и пр.). По этой причине плавкие предохранители не могут защищать электродвигатели от небольших токов перегрузки, которые тем не менее при длительном воздействии способны вывести двигатель из строя. Поэтому защита двигателей осуществляется главным образом реле (электромагнитными — тяговых, тепловыми — мотор-компрессоров), а плавкие предохранители защищают их лишь от токов короткого замыкания.

Другой существенный недостаток плавких предохранителей — однократность действия, что приводит к необходимости смены предохранителя или плавкой вставки после срабатывания.

Высоковольтные предохранители 1 (рис. 92, а) защищают высоковольтные вспомогательные цепи вагона. Их устанавливают в блоке БП на задней стенке кабины машиниста в пружинящих зажимах 2 из фосфористой бронзы, прикреплённых к изоляционным основаниям. Предохранители закрываются кожухами с откид-

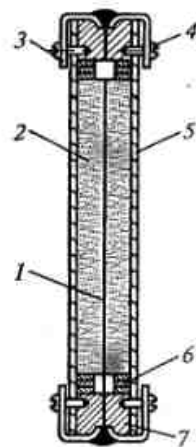
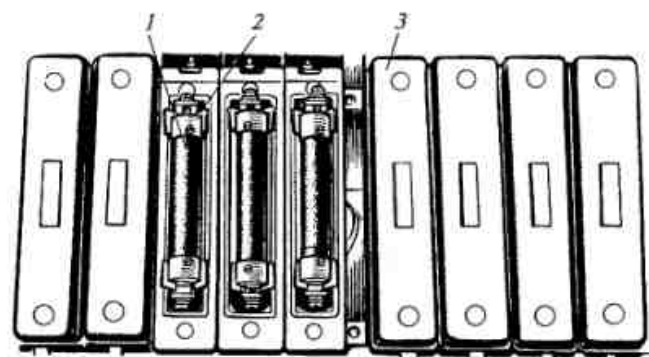
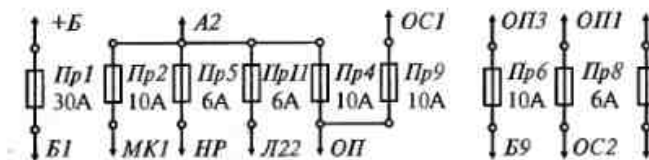


Рис. 91. Трубчатый предохранитель



а



Аккумуляторная батарея

Мотор-компрессор

Нулевое реле и отопление

Заряд аккумуляторной батареи

Общее освещение

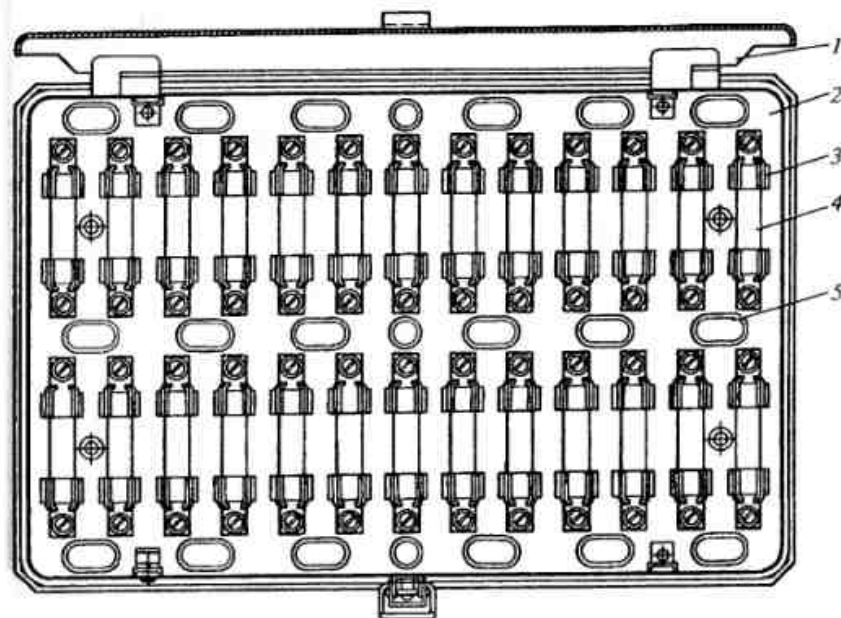
I гр. освещения

Заряд аккумуляторной батареи

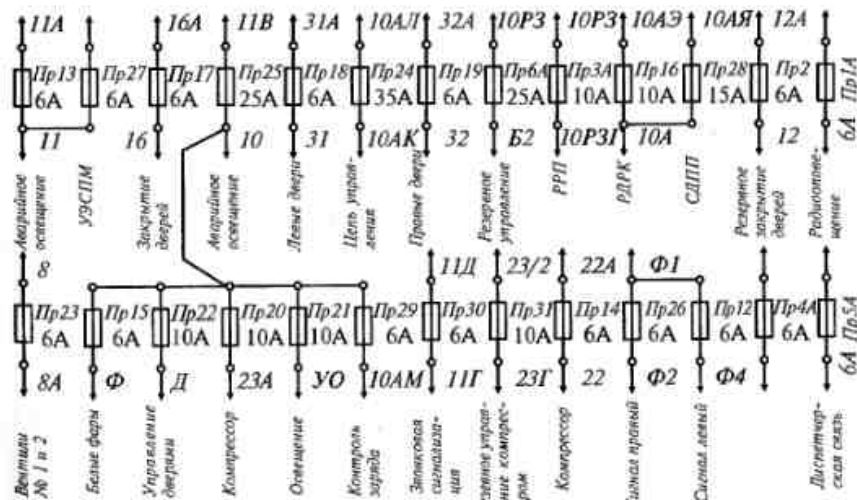
II гр. освещения

б

Рис. 92. Блок высоковольтных предохранителей: а — внешний вид; б — монтажная схема



а



б

Рис. 93. Щиток с низковольтными предохранителями: а — общий вид; б — монтажная схема

ными крышками 3 с подпружиненным замком. Номинальное напряжение предохранителя 900 В.

Наряду с рассмотренными предохранителями применяют неразборные предохранители в фарфоровых трубках.

Монтаж блока высоковольтных предохранителей на вагоне Е осуществляют согласно схеме, показанной на рис. 92, б.

Предохранители имеют маркировку в соответствии с номерами проводов электрических цепей, которые они защищают.

Низковольтные предохранители защищают вспомогательные низковольтные цепи и цепи управления вагона. На вагонах Е их устанавливают на задней стенке кабины машиниста в щитках.

На изоляционной панели 2 щитка (рис. 93, а) закреплены пружинящие зажимы 3, в которых установлены плавкие предохранители 4. Токоподводящие провода вводят в ящик через овальные отверстия 5 в панели. Панель крепят к металлическому кожуху, который закрывают крышкой 1. Кожух щитка для безопасности

Назначение и устройство. На вагонах применяют следующие соединительные устройства.

Соединительные зажимы служат для соединения вагонных проводов, идущих от контроллера машиниста, с поездными проводами, проходящими через вагон.

Соединительные зажимы СК-5Е представляют собой деревянную рейку 1 (рис. 94), на которой закреплены восемь шпилек 2. К шпилькам крепят наконечники проводов.

Комплект из четырех зажимов устанавливают в металлической соединительной коробке 3 типа СК-8Г, которая имеет съемную крышку. Крышку оклеивают внутри листовым асбестом и крепят к коробке барашковыми замками. Коробку с соединительными зажимами устанавливают на задней стенке кабины машиниста.

Силовые соединительные коробки предназначены для соединения проводов, идущих от токоприемников, с проводами, идущими в силовую цепь высокого напряжения. Соединительная коробка СК-43А (рис. 95), установленная под кузовом вагона, представляет собой сварной металлический корпус 1, в котором на изоляционной доске с зажимами 3 соединяются шесть проводов: пять площадью сечения 120 мм² и один — 35 мм². Между

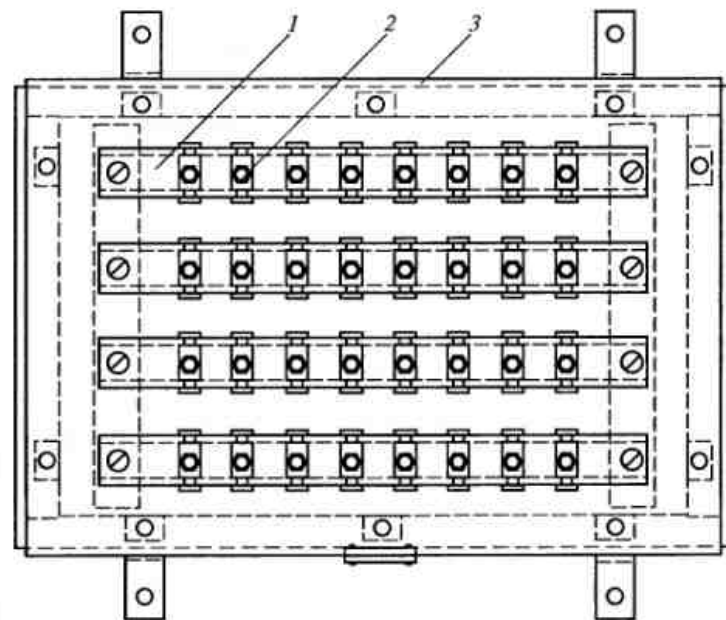


Рис. 94. Соединительная коробка СК-8Г

обслуживающего персонала заземляют. Номинальное напряжение предохранителей 220 В.

Монтаж щитка выполняют в соответствии с приведенной схемой (рис. 93, б).

Уход за предохранителями. Перед осмотром убеждаются в отсутствии напряжения. При осмотре предохранителей убеждаются в надежности контакта предохранителей и контактных зажимов. Недостаточный контакт приводит к нагреву зажимов или колпачков и их обгоранию. Небольшие оплавления зажимов зачищают и шлифуют. Фибровые трубки с трещинами, сколами, прожогом, а также колпачки с вмятинами и поврежденной поверхностью заменяют. Вместо сгоревших плавких вставок предохранителей ставят новые типовые.

Нельзя заменять типовой предохранитель произвольно взятым отрезком проволоки. В противном случае защитные свойства предохранителя будут нарушены и может загореться изоляция проводов.

Колпачки патрона должны обеспечивать надежный контакт с вставкой, для чего необходимо их надежно затянуть и пропаять.

Проверяют надежность присоединения проводов, состояние и крепление петли замка, крышки, пружинных пластинчатых защелок. Убеждаются в отсутствии трещин и изломов крышки. Контролируют надежность присоединения проводов.

На предохранителях должны быть указаны номинальный ток, дата ревизии и индекс электродепо или завода, производившего ревизию.

С течением времени плавкие вставки предохранителей окисляются, что приводит к изменению площадей их рабочего сечения, а следовательно, и номинального тока. Поэтому вставки с просроченной датой ревизии должны быть заменены.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены плавкие предохранители?
2. По каким электрическим параметрам классифицируют плавкие предохранители?
3. Как устроен трубчатый предохранитель с разборным патроном?
4. Каким образом гасится электрическая дуга, возникающая при сгорании плавкой вставки предохранителя?
5. От чего зависит значение тока сгорания плавкой вставки?
6. Где устанавливают высоковольтные предохранители и какие электрические цепи вагона они защищают?
7. Где устанавливают низковольтные предохранители и какие электрические цепи они защищают?
8. Для чего заземляют кожуха щитков с предохранителями?
9. В чем заключается уход за предохранителями?

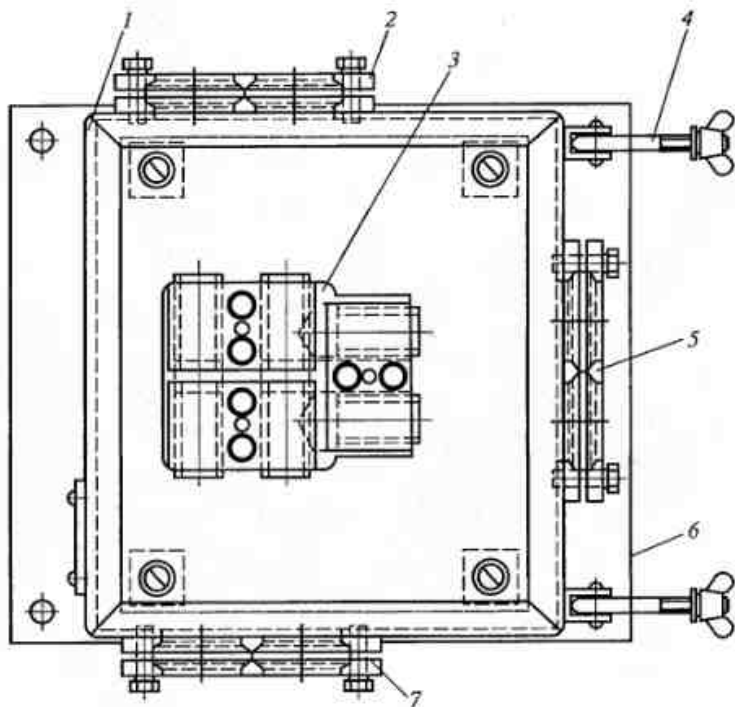


Рис. 95. Соединительная коробка СК-43А

доской и основанием корпуса располагают прессшпановую прокладку для предохранения от замыкания винтов, крепящих зажимы к изоляционной доске.

Ввод проводов в коробку осуществлен через планки 2, 5, 7 с уплотняющими кольцами. Коробку закрывают металлической крышкой 6 с барашковыми замками 4 и устанавливают на раме кузова без изоляторов. Силовые коробки рассчитаны на номинальное напряжение 750 В.

Коробки заземления предназначены для соединения всех проводов силовых, вспомогательных цепей и цепей управления, подлежащих заземлению, с проводами, идущими от заземляющих устройств вагона. Под кузовом вагона ставят две коробки заземления.

Коробка заземления СК-25Ж (рис. 96) имеет металлический сварной корпус 1, в котором на асбестоцементной панели 2 закрепляют стальную контактную планку 3. К ней крепят наконечники проводов площадью сечения 50; 6 и 2,5 мм², которые вводят в коробку через отверстия с уплотняющими резиновыми кольцами. Коробку закрывают металлической крышкой с барашковыми замками. Меж-

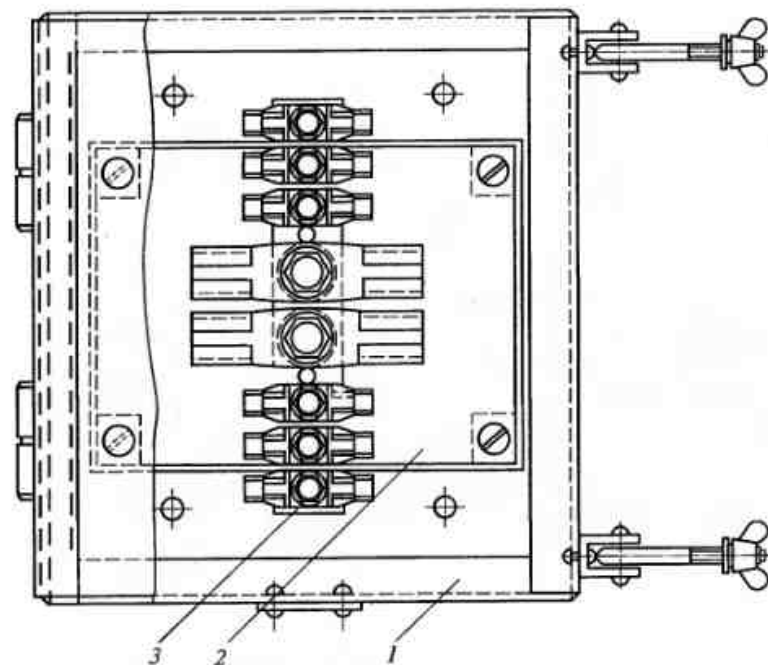


Рис. 96. Соединительная коробка СК-25Ж

ду крышкой и коробкой устанавливают резиновое уплотнение. Номинальное напряжение 750 В.

Соединительная втулка предназначена для соединения проводов, находящихся на тележке, с проводами, укрепленными на кузове (сечение соединяемых проводов 120 мм²).

Соединительная втулка СВ-4А представляет собой фибровую трубку 2 (рис. 97) с уплотнительными гайками 3 и резиновыми сальниками 4. Внутри трубки вводят соединяемые провода 5, на которые напаяны специальные наконечники 1. Друг с другом наконечники соединяют винтами 6. Номинальное напряжение втулки 750 В.

Коннекторы предназначены для соединения выводных концов тяговых двигателей с проводами, идущими к аппаратам силовой цепи. Коннекторы СВ-7В состоят из шести втулок, зажатых с обеих сторон в деревянные клицы. Номинальное напряжение коннектора 750 В.

Уход за соединительными устройствами. Перед осмотром убеждаются в отсут-

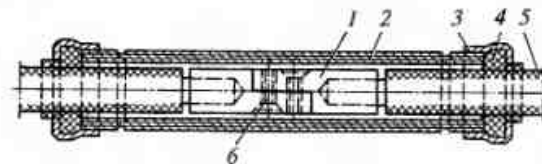


Рис. 97. Соединительная втулка СВ-4А

ствии напряжения, удаляют пыль, грязь. При осмотре соединительных устройств убеждаются в отсутствии трещин и других повреждений корпусов, в плотности прилегания крышек, в отсутствии трещин и расслоений в резиновом уплотнении между корпусом и крышкой коробки.

Проверяют крепление резиновых втулок в местах ввода кабелей, состояние кабелей и проводов, их изоляции, пайки наконечников и крепление наконечников. Если наконечники имеют трещины, пайка некачественная или оборвано более 10% жил, их перепайвают.

Убеждаются в отсутствии трещин и сколов в деревянных клицах, проверяют плотность зажатия проводов в клицах.

Контактные поверхности, к которым присоединяют заземляющие провода, должны быть тщательно зачищены. Обращают внимание на крепление защитных металлических труб, входящих в коробку. Они не должны иметь вмятин и других повреждений.

Убеждаются в надежности крепления реек к коробке, контактных зажимов на рейках, наконечников на выводах реек. Рейки, имеющие повреждения, заменяют.

Контрольные вопросы

1. Для чего служит и что представляет собой силовая соединительная коробка?
2. Для чего предназначена и что представляет собой коробка заземления?
3. Что представляет собой соединительная втулка и для каких целей ее используют?
4. Для чего служат и что представляют собой соединительные зажимы?
5. Что представляют собой коннекторы и каково их назначение?
6. В чем заключается уход за высоковольтными соединительными устройствами?

§ 37. Измерительные приборы

Назначение. Для измерения тока и напряжения в цепях постоянного тока обычно устанавливают амперметры и вольтметры магнитоэлектрической системы, принцип действия которых основан на взаимодействии катушки с током и поля постоянного магнита. Эти приборы имеют равномерную шкалу, обладают большой чувствительностью и точностью.

Измерение тока. Для измерения значительных токов в силовых цепях тяговых двигателей амперметр подсоединяют к шунту (рис. 98, а), который включают последовательно с обмотками якорей.

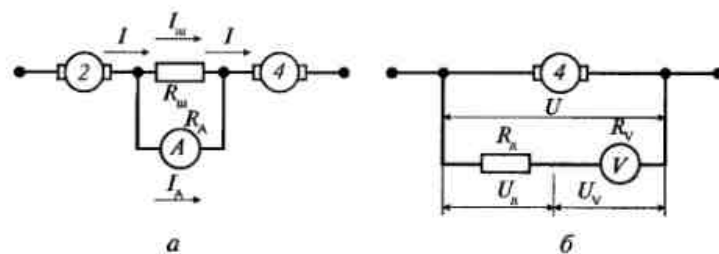


Рис. 98. Схемы включения амперметра (а) и вольтметра (б) в цепь тяговых двигателей

Шунт обладает небольшим сопротивлением и представляет собой два медных или латунных наконечника, между которыми впаяны манганиновые пластины, вносящие малую погрешность при нагревании. Шунт подсоединяют к токоведущим проводам болтами. На наконечниках шунта имеются зажимы для присоединения амперметра с помощью калиброванных проводов. При таком включении через амперметр проходит только часть I_A измеряемого тока, обратно пропорциональная его сопротивлению R_A . Большая же часть тока $I_{ш}$ проходит через шунт.

Зная сопротивления прибора R_A и шунта $R_{ш}$, можно по значению тока I_A , показываемому амперметром, определить измеряемый ток I в цепи по формуле

$$I = \frac{I_A(R_A + R_{ш})}{R_{ш}} = I_A n,$$

где $n = \frac{I}{I_A} = \frac{R_A + R_{ш}}{R_{ш}}$ — коэффициент шунтирования, обычно равный или кратный 10.

Так как амперметр и шунт включены в цепь на постоянную работу, то шкала прибора отградуирована в значениях измеряемого тока с учетом коэффициента шунтирования и никаких расчетов для определения тока выполнять не требуется.

Измерение напряжения. Для измерения напряжения на зажимах тяговых двигателей последовательно с катушкой вольтметра включают добавочный резистор (рис. 98, б), сопротивление которого R_c значительно превышает сопротивление катушки прибора R_v . Резистор выполнен из манганиновой проволоки, имеющей малый температурный коэффициент. При таком включении на вольтметр приходится лишь часть измеряемого напряжения U , пропорциональная сопротивлению вольтметра R_v . Зная сопротивление добавочного резистора и сопротивление вольтметра, можно по значению напряжения U_v , показываемому вольтметром, определить напряжение U , действующее в цепи, по формуле

$$U = \frac{U_v(R_v + R_n)}{R_v} = U_v n,$$

Величина $n = \frac{U}{U_v} = \frac{R_v + R_n}{R_v}$ показывает, во сколько раз измеря-

емое напряжение U больше напряжения U_v , приходящегося на вольтметр, т.е. во сколько раз увеличивается предел измерения напряжения вольтметром в случае применения добавочного резистора.

В цепи тяговых двигателей шкала вольтметра отградуирована в вольтах с учетом указанного коэффициента.

Класс точности всех измерительных приборов, применяемых на подвижном составе, равен 1,5. Для установки стрелки прибора на нуль с лицевой стороны приборов имеется корректор.

Измерение скорости движения. Для измерения скорости движения поезда служит скоростемер. Его устанавливают на головных вагонах.

В эксплуатации находятся скоростемеры типов: ГС, устанавливаемые на вагонах, не оборудованных системой автоматического регулирования скорости (АРС); ДС, предназначенные для совместной работы с системой автоматического регулирования скорости.

Скоростемер ГС (рис. 99, а) состоит из датчика 1 (устройства, преобразующего неэлектрическую величину в электрическую), указателя 2 и соединительных проводов 3. Датчик установлен на правой буксе первой колесной пары. Он представляет собой генератор переменного тока. В статоре генератора расположены постоянные магниты и катушки со стальными сердечниками. Ротор выполнен в виде диска со стальными сегментами. Он шарнирно соединен с осью колесной пары и вращается с той же частотой, что и колесная пара.

При вращении ротор последовательно перекрывает постоянные магниты и сердечники катушек, изменяя в последних магнитный поток. В результате изменения магнитного потока в катушках наводится э. д. с., пропорциональная частоте вращения ротора, т.е. скорости движения поезда. Эта э. д. с. регистрируется указателем, в качестве которого применен вольтметр магнитоэлектрической системы со шкалой, отградуированной в единицах скорости. Указатель установлен в кабине машиниста. Допускаемая погрешность скоростемера ± 2 км/ч.

В комплект скоростемера ДС (рис. 99, б) дополнительно входит блок измерения скорости БИС, являющийся функциональным блоком системы АРС. Он воспринимает значение э. д. с., вырабатываемой датчиком 1, которая пропорциональна скорости движения поезда, и передает эту информацию в виде кодированных электрических сигналов в блок сравнения скоростей системы АРС.

При каждой смене и троточке колесной пары производят регулировку скоростемеров.

Уход за измерительными приборами. Для обеспечения исправного состояния и правильных показаний измерительных приборов установлены ежегодные сроки ревизии и текущей проверки их в деповских лабораториях и представления приборов для государственной проверки.

Измерительные приборы, установленные на электроподвижном составе, подлежат проверке и ремонту во всех случаях видимых повреждений и при больших погрешностях измерений.

При осмотре выявляют трещины смотрового стекла, сколы и трещины в корпусе, убеждаются в наличии пломбы, в том, что не истек срок проверки и испытания, проверяют состояние пластин наружных измерительных шунтов, добавочных резисторов, надежность крепления контактных зажимов.

При ремонте амперметров и вольтметров, перемещая головку винта корректора на полный угол, убеждаются в отсутствии трения и заедания в подвижной системе. Уравновешенность подвижной системы определяют, наклоняя прибор в разные стороны, при этом стрелка не должна сходить с нулевой отметки. Механизм вынимают из корпуса и ручным пульверизатором осторожно продувают подвижную систему и внутреннюю часть прибора от пыли. Спиртом удаляют скопления грязи и при отсутствии заедания в подвижной системе прибор включают в электрическую схему стенда для проверки. При плавной регулировке тока от нуля до наибольшего значения и обратно стрелка должна возвращаться на нулевую отметку без заеданий. Если обнаружены заедания, прибор разбирают, заменяют негодные детали и ремонтируют изношенные.

Каждый отремонтированный измерительный прибор должен быть проверен, при этом показания отремонтированного прибора сравнивают с показаниями образцового на всех числовых отметках шкалы. При проверке прибор должен находиться в том положении, в котором он работает на вагоне.

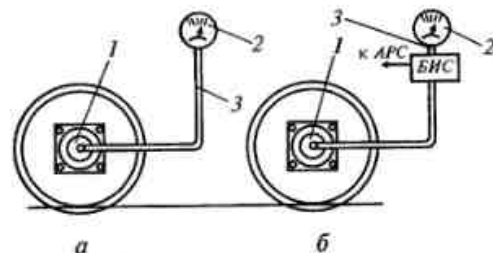


Рис. 99. Скоростемеры ГС (а) и ДС (б)

Контрольные вопросы

1. Какие измерительные приборы применяют в электрических цепях вагона? Что они измеряют?
2. Каково назначение шунта и как его подключают к прибору?

3. Каково назначение добавочного резистора и как его подключают к прибору?
4. Что представляет собой скоростемер и как он работает?
5. На что обращают внимание при осмотре измерительных приборов?
6. В чем заключается уход за измерительными приборами?

§ 38. Аккумуляторная батарея

Устройство и принцип работы аккумулятора. Аккумулятором называется химический источник тока, в котором химическая энергия окислительно-восстановительных процессов превращается в электрическую. Процесс превращения химической энергии в электрическую в таком источнике тока называется *разрядом*. Активные вещества, израсходованные в процессе протекания реакции, дающей электрическую энергию, должны восстанавливаться при пропускании через разряженный аккумулятор постоянного тока от другого источника электрической энергии. Направление тока заряда аккумулятора должно быть противоположно направлению разрядного тока.

Аккумуляторы в зависимости от химического состава электролита бывают двух типов: кислотные (свинцовые) и щелочные (кадмиево-никелевые).

Щелочные аккумуляторы имеют следующие преимущества по сравнению с кислотными: обладают большой механической прочностью и выносливостью, не боятся сильных токов разряда, тряски, ударов и даже коротких замыканий, при длительном бездействии не портятся, имеют больший срок службы (в 7—8 раз), при работе выделяют меньшее количество вредных газов и испарений, имеют меньшую массу, требуют минимального ухода.

Благодаря указанным преимуществам на вагонах метрополитена получили распространение щелочные аккумуляторы. Недостатками щелочных аккумуляторов по сравнению с кислотными являются: меньшая э. д. с. (1,25 В, в то время как у кислотных 2,0—2,1 В); более низкий к. п. д. (52—55 %), более высокая стоимость (в 2—4 раза), так как их изготовляют из дорогостоящих металлов.

Щелочной аккумулятор (рис. 100) представляет собой сосуд, (корпус) 7, помещенный в резиновый чехол 1, наполненный электролитом — раствором едкого калия КОН. В него помещены шесть положительных 10 и пять отрицательных 11 пластин (электродов). У положительных пластин активной массой является гидрат окиси никеля $Ni(OH)_2$, у отрицательных — губчатый кадмий, содержащий 5—30 % губчатого железа (Cd+Fe). Каждая пластина (как положительная, так и отрицательная) помещена в железный пакет 9, имеющий много отверстий. Отверстия очень малы, и активная масса 8 не может высыпаться через них. В то же время их размеры доста-

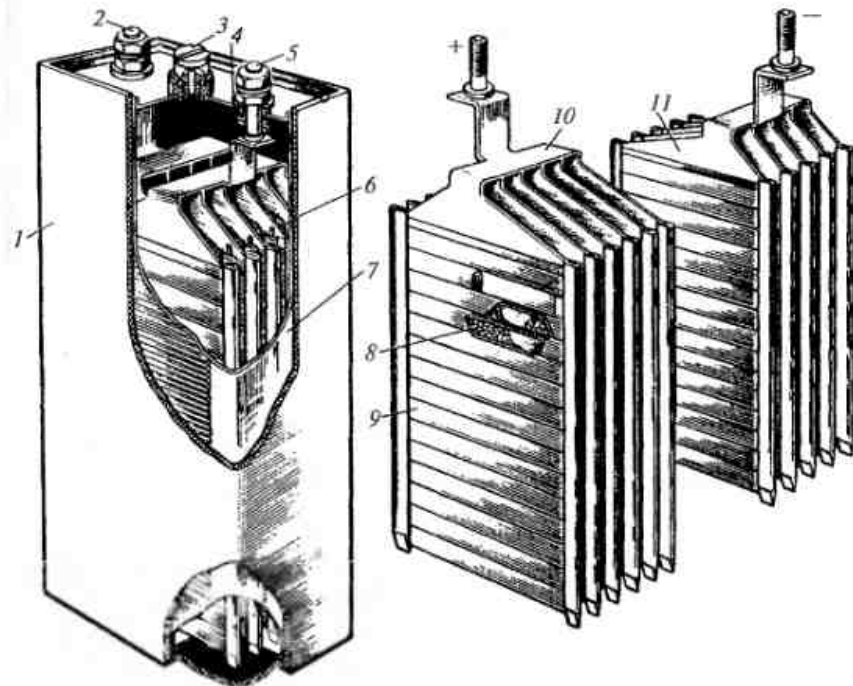


Рис. 100. Щелочной аккумулятор

точно для выхода газов, образующихся при заряде, и проникновения электролита.

Одноименные пластины соединены параллельно в общие блоки, к которым приварены выводные штыри 2 и 5. В собранном виде в аккумуляторе каждая отрицательная пластина находится между двумя положительными. Разноименные пластины изолированы друг от друга эбонитовыми палочками 6. На крышке аккумулятора около отверстия, через которое выходит штырь положительных пластин, выштампован знак «+». Положительные пластины соединены с корпусом аккумулятора, так как крайние из них соприкасаются со стенками аккумулятора, поэтому штырь положительных пластин не изолирован от корпуса.

Штырь отрицательных пластин изолирован от корпуса аккумулятора изоляционными втулками с уплотняющими кольцами. Для заливки электролита и выхода из аккумулятора газов в крышке 4 имеется отверстие со стальной пробкой 3 и уплотняющим резиновым кольцом.

При повышении давления газов внутри корпуса резиновое кольцо отходит от поверхности пробки и газы выходят в атмосферу.

Такая пробка предотвращает выплескивание электролита из аккумулятора при тряске и исключает попадание в него воздуха.

Для придания корпусу механической прочности стенки его выполняют гофрированными. Корпус помещают в резиновый чехол 1, обеспечивающий изоляцию аккумуляторов друг от друга и от ящика, в котором устанавливают аккумуляторную батарею.

Чтобы привести аккумулятор в рабочее состояние, необходимо залить в него электролит. Через 2 ч надо проверить уровень электролита над пластинами (он должен быть не менее 5 мм и не более 12 мм) и напряжение на аккумуляторе.

После того как установится нормальный уровень электролита, аккумуляторы подвергают двум-трем циклам «заряд — разряд».

Аккумулятор характеризуется емкостью, которой называется количество электричества, получаемого от него во время разряда от состояния полного заряда до момента, когда напряжение на его зажимах будет минимально допустимым (при нормальном разрядном токе оно равно 0,8—1,1 В). Емкость аккумулятора выражается в ампер-часах. Если, например, аккумулятор имел после заряда в течение 10 ч разрядный ток 12 А, после чего напряжение его понизилось до 1,1 В, то емкость его равна $12 \cdot 10 = 120 \text{ А} \cdot \text{ч}$.

Разряжаясь, аккумулятор никогда не может отдать в цепь то же количество энергии, которое он получил при заряде: оно всегда будет меньше, так как часть энергии тратится на нагревание электролита и химические процессы. Для аккумуляторов обычно указывают его отдачу. Она представляет собой отношение работы, которую аккумулятор производит при разряде, к работе, которую приходится затратить на заряд аккумулятора. В кадмиево-никелевых аккумуляторах отдача по энергии не превышает 50—55 %.

Щелочные аккумуляторы поступают с завода без электролита. При вводе их в действие нужно приготовить электролит, руководствуясь следующими соображениями. Если предполагается работа аккумуляторов при температуре от -20 до $+35$ °С, то необходим электролит, состоящий из раствора едкого кали плотностью 1,19—1,21 г/см³ с добавкой 20 г моногидрата лития на 1 л электролита (примесь увеличивает срок службы аккумулятора). При температуре ниже -20 °С аккумуляторы заливают раствором едкого кали плотностью 1,26—1,28 г/см³ без добавки моногидрата лития. Для растворения щелочи в воде применяют чистую стальную, пластмассовую или стеклянную посуду. Запрещается пользоваться оцинкованной, луженой, алюминиевой, медной и свинцовой посудой, а также посудой, используемой для приготовления электролита кислотных аккумуляторов.

При приготовлении электролита щелочь помещают в посуду, заливают водой и все это перемешивают стальной или стеклянной палочкой для ускорения растворения. Моногидрат лития добавляют в остывший раствор и тщательно перемешивают. Для растворения щелочи пригодна дистиллированная и дождевая вода или конденсат. После

остывания электролит должен отстояться в течение 3—6 ч. При заливке температура электролита не должна быть выше $+30$ °С.

Когда пластины аккумулятора пропитаются электролитом, определяют уровень электролита стеклянной трубкой диаметром 5—6 мм с метками по высоте 5 и 12 мм. Стеклянную трубку опускают в аккумулятор до пластин, затем, плотно зажав пальцем верхний конец трубки, вынимают ее из аккумулятора, держа над отверстием для заливки. Высота электролита в трубке будет равна уровню электролита над пластинами в аккумуляторе.

Для уменьшения уровня электролита применяют резиновую грушу со стеклянной трубкой длиной около 100 мм. Конец трубки следует немного оттянуть над паяльной лампой. Доливают аккумуляторы дистиллированной водой или электролитом, также используя резиновую грушу.

Замеряют плотность электролита сифонным ареометром (рис. 101). Прибор состоит из стеклянного сосуда 2 цилиндрической формы, на верхнюю часть которого надета резиновая груша 1, а в нижнюю вставлена резиновая трубка 4. В сосуд помещен ареометр 3. Сжав резиновую грушу, погружают трубку в электролит. Опустив грушу в сосуд, всасывают электролит. Ареометр всплывает, и по его шкале на уровне электролита отсчитывают плотность в граммах на кубический сантиметр (г/см³). Если плотность выше нормальной, электролит разбавляют водой, если ниже — добавляют электролит повышенной плотности.

На поверхность электролита наливают немного вазелинового масла. Это нужно для того, чтобы электролит не соприкасался с воздухом и не поглощал из него углекислоту.

При подготовке к зимним или летним условиям работы электролит заменяют. Для этого аккумуляторы разряжают, промывают дистиллированной водой и заполняют свежим электролитом. Запрещается оставлять аккумуляторы без электролита, чтобы не было коррозии пластин и корпуса.

Устройство аккумуляторной батареи вагона. На вагонах метрополитена аккумуляторная батарея обеспечивает питанием электрические аппараты цепей управления, низковольтных вспомогательных цепей, цепей радиосвязи, диспетчерской связи и УЭСПМ (устройство экстренной связи «Пассажир — машинист»).

Аккумуляторная батарея представляет собой серию однотипных аккумуляторов, соединенных последовательно. При последовательном соединении аккумуляторов напряжение на зажимах батареи равно произведению напряжения одного аккумулятора на число их в батарее; емкость батареи равна емкости одного аккумулятора.

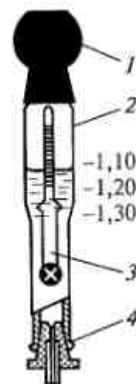


Рис. 101. Сифонный ареометр

На вагонах метрополитена применяют щелочные аккумуляторные батареи НКН-55 или НКН-80 емкостью соответственно 55 или 80 А · ч, напряжением примерно 70 В, составленные из 56 аккумуляторов, которые размещают в деревянных трудногораемых секционных ящиках. Батарея НКН-55 состоит из семи секционных ящиков, по восемь аккумуляторов в каждом, а НКН-80 — из четырнадцати, по четыре аккумулятора в каждом.

Аккумуляторная батарея вагона размещена в корпусе — металлическом ящике, подвешенном к раме кузова без изоляторов.

На выдвижных поддонах металлического ящика установлены листовые винилпластовые прокладки толщиной 7—10 мм, наличие которых исключает касание деревянных ящиков о металлический корпус аккумуляторной батареи. Для уменьшения токов утечки, возможных между аккумуляторами и секционным ящиком, на цапфы аккумуляторов надеты специальные полиэтиленовые вкладыши прямоугольной формы, которые входят в пазы ящика и исключают к тому же свободное перемещение аккумуляторов внутри него.

К свободным зажимам аккумуляторной батареи («плюс» первого аккумулятора и «минус» последнего) присоединяют наконечники выводных проводов, которые выведены из ящика через изоляционную втулку.

Аккумуляторные батареи вагонов соединены поездным проводом 10 (см. схему вспомогательных цепей вагона). Этот провод подходит к контроллерам машиниста вагонов, через него подается напряжение на низковольтные электрические цепи вагона.

Аккумуляторные батареи постоянно подзаряжаются автоматически от цепей освещения и подмагничивающих обмоток тяговых двигателей в тормозном режиме.

Уход за аккумуляторной батареей. В соответствии с требованиями техники безопасности обслуживание аккумуляторных батарей осуществляют в специальной одежде и резиновых перчатках. Открыв крышки, проверяют состояние ящика, крепление токоведущих частей. Токоведущие детали очищают от пыли, влаги, солей; перемычки смазывают техническим вазелином.

Контролируют общее напряжение на батарее под нагрузкой (при включенном аварийном освещении). Оно должно быть не ниже установленного значения. Напряжение на каждом элементе контролируют нагрузочной вилкой (рис. 102) с помощью щупов 1 и вольтметра 2. Элементы с напряжением ниже 1 В заменяют.

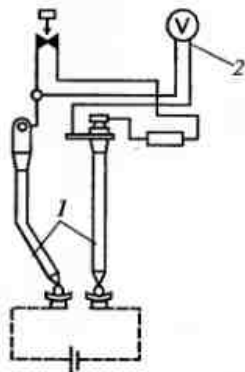


Рис. 102. Схема включения нагрузочной вилки

Замеряют уровень и плотность электролита, при необходимости ее доводят до нормы. Аккумуляторы при наличии выпучивания стенок или течи заменяют. Крышку ящика плотно подгоняют и устраняют неисправность запоров. Отверстия ящика для выводных проводов уплотняют. Проверяют крепление к раме кузова.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой химический источник тока?
2. На какие типы в зависимости от электролита делятся аккумуляторы?
3. Какие аккумуляторы и почему используют на вагонах метрополитена?
4. Что представляет собой щелочной кадмиево-никелевый аккумулятор?
5. Что такое емкость аккумулятора и в каких единицах она измеряется?
6. Что представляет собой аккумуляторная батарея и какие электрические цепи вагона она питает? Каково номинальное напряжение аккумуляторной батареи вагона?
7. Где устанавливают аккумуляторную батарею вагона?
8. Каким образом соединены аккумуляторные батареи вагонов?
9. В чем заключается уход за аккумуляторными батареями?

§ 39. Радиооборудование

Поездная радиосвязь. Все линии метрополитена оборудованы поездной радиосвязью. Используются радиостанции промышленного типа, которые позволяют поездному диспетчеру оперативно вызвать локомотивную бригаду любого поезда.

Радиостанцию устанавливают в двух вагонах — в голове и хвосте поезда. В качестве антенны применяют медную трубку длиной 8 м, закрепленную вдоль крыши вагона на высоте 60 мм от нее. Для передачи энергии высокочастотных колебаний в тоннеле подвешивают неэкранированные направляющие линии.

Существуют два способа организации поездной радиосвязи: двухпроводная линия передачи с использованием одной стационарной радиостанции на каждую линию метрополитена;

однопроводная линия передачи с несколькими подключенными к ней стационарными радиостанциями, установленными через 6—8 км.

При наличии нескольких стационарных радиостанций в однопроводной направляющей линии необходимы разрывы. В местах разрывов связь диспетчера с локомотивной бригадой не обеспечивается — это основной недостаток схем с использованием однопроводной линии передачи.

Применение двухпроводной линии передачи позволяет создать непрерывный канал связи по всей линии метрополитена. Однако на пассажирских платформах подвеска двух проводов ухудшает вид станции по сравнению с подвеской одного провода, который проще замаскировать.

Наиболее целесообразно для передачи энергии высокочастотных колебаний использовать комбинированную линию — двухпроводную на перегонах и однопроводную на станциях. Для перехода с одной линии на другую применяют согласующие трансформаторы.

На большинстве перегонов двухпроводную линию укрепляют на своде тоннеля. Расстояние между проводами равно 400 мм, провода удалены от свода на 150—200 мм. Используют биметаллические провода диаметром 4 мм.

При комбинированной направляющей линии непрерывный канал поездной радиосвязи повышает оперативность руководства движением поездов, дает возможность дежурному диспетчеру передать информацию локомотивной бригаде при нахождении поезда в любой точке линии. Кроме того, он позволяет организовать канал связи между локомотивными бригадами вслед идущих поездов вдоль всей линии метрополитена, что особенно важно при возникновении непредвиденных ситуаций.

Для оперативной связи с поездным диспетчером из тоннеля применяют тоннельно-технологическую связь с установкой телефонных аппаратов вдоль линии через каждые 150 — 200 м. Тоннельный абонент с любого аппарата перегона может вызвать диспетчера.

Кроме того, станции оборудуют устройствами громкоговорящего оповещения и местной связью других видов.

Для осуществления связи между поездным диспетчером и машинистами на поезде устанавливают радиостанцию 42РТМ. В комплект ее входят приемопередатчик, блок электропитания, пульт управления с микротелефонной трубкой, громкоговоритель, согласующее устройство и антенна.

Приемопередатчик и блок электропитания размещены в специальном шкафу, установленном на месте левого одноместного сиденья в пассажирском салоне. Пульт управления с микротелефонной трубкой размещен в кабине машиниста на лобовой стенке кабины у маховика ручного тормоза. Громкоговоритель и согласующее устройство расположены на задней стенке кабины машиниста над дверью в пассажирский салон. Антенна установлена на крыше вагона в средней ее части.

Включение радиостанции осуществляют в электродепо и на линии перед выездом после отстоя или ремонта. Для включения радиостанции необходимо выключатель на пульте управления перевести в верхнее положение. Загорание лампы на пульте сигнализирует о подаче напряжения на блок питания.

Выключают радиостанцию: на линии — при расстановке составов в дневные и ночные отстои, в депо — при постановке состава для осмотра, ремонта или отстоя. Для выключения радиостанции выключатель на пульте управления переводят в нижнее положение, при этом лампа на пульте гаснет.

Ведение переговоров. Радиостанция на поезде находится в режиме дежурного приема, поэтому локомотивная бригада слышит команду и переговоры диспетчера данного участка. Поездной диспетчер вызывает необходимый ему маршрут голосом. Машинист вызываемого маршрута должен снять трубку и, нажав на ней тангенту (нажимной контакт), ответить диспетчеру. Пользоваться трубкой и тангентой необходимо по правилу: говоришь — нажми; слушаешь — отпусти.

Нажатие тангенты непрерывно более 1 мин запрещается, так как это ведет к автоматическому отключению передатчика.

Для вызова диспетчера машинист должен снять трубку с пульта и, нажав тангенту, вызвать диспетчера голосом. По окончании разговора трубку необходимо положить на пульт и зафиксировать прижимными скобами.

Радиооповещение. Для передачи информации пассажирам в поездах используется радиорелейный информатор (РРИ), воспроизводящий запись магнитофонной ленты. Каждый РРИ имеет две программы. На одной из них записаны названия станций и предупреждения о закрытии дверей, на другой — предупреждающие пассажиров сообщения «Не держите двери», «Не задерживайте отправление поезда», «Поезд следует до станции...».

РРИ вместе с усилителем низкой частоты установлен в шкафу радиодиспетчерской связи головного вагона поезда, им управляют с пультов, расположенных в кабинах вагонов, или же управление осуществляется автоматически от устройств автоведения.

Подготавливают РРИ к работе в электродепо и на линии перед выездом из отстоя или ремонта; включают выключатель батареи, расположенный на задней стенке кабины со стороны помощника машиниста. Включение и выключение РРИ происходят автоматически, возможно и ручное его включение.

При необходимости дополнительной информации, не предусмотренной программами РРИ, ее объявляют через микрофон, отключив предварительно радиоинформатор.

Одновременное пользование РРИ и микрофоном не допускается.

Устройство экстренной связи «Пассажир — машинист». Предназначено для связи пассажиров с машинистом и машиниста с пассажирами в экстренных случаях, требующих немедленного вмешательства администрации метрополитена, милиции или медицинских работников. Устройство выпускается в двух модификациях:

для головных вагонов — состоит из блока управления и усилителя для головных вагонов и двух блоков «динамик — микрофон, кнопка»;

§ 40. Виды схем, принципы их построения

Электрическая схема — это чертеж, на котором упрощенно и наглядно изображены связи между отдельными элементами электрической цепи, выполненный с применением условных графических обозначений и позволяющий понять принцип действия устройств. В отличие от машиностроительных и строительных чертежей электрические схемы выполняют без соблюдения масштаба.

В зависимости от назначения электрические схемы разделяют на монтажные, принципиальные и некоторые другие. Далее будут рассмотрены в основном принципиальные схемы.

Монтажные схемы — это рабочие чертежи, по которым выполняют монтаж. Оборудование электроподвижного состава обычно комплектуют на отдельных панелях, в отдельных блоках, ящиках. Каждое такое устройство имеет свою схему — рабочий чертеж. На монтажных схемах оборудование показывают так, как оно расположено в действительности на вагонах с полной маркировкой.

На принципиальной электрической схеме условными графическими обозначениями показывают только основные элементы оборудования — тяговые двигатели, пускотормозные реостаты, контакторы и др. Эти схемы составляют так, чтобы можно было получить ясное представление о том, по каким электрическим цепям и через какие элементы оборудования проходит электрический ток от источника к потребителю. Поэтому на таких схемах не показывают второстепенные элементы (переходные зажимы, промежуточные провода и пр.), которые могут затруднить понимание схемы и сделать ее ненаглядной.

Для того чтобы принципиальная схема была более простой и наглядной, оборудование, аппараты и приборы располагают на ней в том порядке, в каком они электрически соединены, без учета действительного размещения их на вагоне и механической связи друг с другом. Поэтому, например, контакты одного аппарата могут располагаться на схеме в различных местах. Все соединительные провода изображают по возможности прямыми линиями кратчайшей длины.

Различают следующие принципиальные электрические схемы вагона:

силовых цепей, включающих в себя тяговые двигатели и аппараты переключения режимов их работы, через которые проходит тот же ток, что и через тяговые двигатели;

цепей управления, включающих в себя устройства и аппараты, которыми осуществляют включения и переключения силовых аппа-

для промежуточных вагонов — из блока управления и усиления для промежуточных вагонов и двух блоков «динамик — микрофон, кнопка».

Блок управления и усиления для головных и промежуточных вагонов устанавливают в кабинах; он состоит из усилителя низкой частоты, узла питания и комплекта реле.

Блоки «динамик — микрофон, кнопка» размещают в салоне вагона (по два на вагон), они состоят из динамической головки прямого излучения и командной кнопки, с помощью которой пассажир включает переговорное устройство.

Динамическая головка выполняет двойную функцию — микрофона и громкоговорителя, передавая информацию от пассажира к машинисту и от машиниста к пассажиру.

При необходимости вызова машиниста пассажир нажимает в одном из вагонов поезда кнопку одного из двух находящихся в салоне вагона блоков «динамик — микрофон, кнопка» и через динамическую головку блока «динамик — микрофон, кнопка», усилитель низкой частоты, междувагонный провод и контрольный громкоговоритель передает свое сообщение в кабину машиниста.

Выслушав сообщение пассажира, машинист нажимает тангенту установленного в кабине микрофона. При этом микрофон подключается к входу усилителя, а выход усилителя — к поезвному (междувагонному) проводу. В вагоне, откуда был произведен вызов, динамическая головка блока «динамик — микрофон, кнопка» отключается от ввода усилителя и подключается к поезвному проводу, создавая цепь для прохождения сигнала ответа машиниста. При отпуске тангенты микрофона устройство возвращается в выключенное состояние, и для продолжения связи пассажир должен повторно нажать кнопку вызова.

Контрольные вопросы

1. Для чего используется поезная радиосвязь?
2. Из каких основных элементов состоит поезная радиосвязь?
3. Каковы правила пользования поезной радиосвязью?
4. Расскажите о назначении радиооповещения.
5. Каков порядок передачи информации РРИ и микрофоном.
6. Для чего предназначено и из каких основных элементов состоит устройство экстренной связи «Пассажир — машинист»?
7. Каков порядок пользования устройством экстренной связи «Пассажир — машинист»?

ратов, а также лампы сигнализации о состоянии силовой цепи и положении аппаратов;

вспомогательных цепей, в которые включены аккумуляторная батарея, мотор-компрессор, лампы освещения, сигнальные фары, печи отопления, аппараты управления раздвижными дверями и другие вспомогательные аппараты.

Ясному представлению о работе подвижного состава, умелой его эксплуатации, быстрому устранению неисправностей во многом способствует умение разбираться в электрических схемах или, как говорят, читать их. Прочитать электрическую схему вагона — значит, проследить по каким путям ток поступает к тяговым двигателям и другим аппаратам. Для этого необходимо знать, какое положение занимают контакты аппаратов, осуществляющих переключения отдельных цепей, так как в зависимости от положения этих контактов (замкнуты они или разомкнуты) некоторые электрические цепи находятся под током, а другие обесточены.

Все контакты реле и контакторов обычно изображают в состоянии, в котором они находятся при нулевом положении главной рукоятки и положении «Вперед» реверсивной рукоятки контроллера машиниста. В соответствии с этим все блокировочные и силовые контакты аппаратов, производящие соединения проводов электрической цепи, подразделяют на *размыкающие*, т. е. замкнутые при нормальном положении аппарата (при отсутствии тока или внешних сил), и *замыкающие*, т. е. разомкнутые при этом же положении аппарата.

Нормальным считают для индивидуальных контакторов положение отключенное, для групповых переключателей — положение последовательного соединения тяговых двигателей в тяговом режиме (ПС), для реверсора — положение «Вперед».

При чтении электрической схемы прежде всего определяют пути прохождения тока. При этом отправной точкой в схемах постоянного тока принято считать положительный полюс источника питания, а конечной — его отрицательный полюс. Необходимо также иметь ясное представление о том, как устроены аппараты и машины, включенные в цепь.

Правила выполнения схем определяются государственными стандартами.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются электрические схемы вагонов от машиностроительных и строительных чертежей?
2. В чем разница принципиальных и монтажных электрических схем?
3. Каково назначение принципиальных схем силовых, вспомогательных цепей и цепей управления?

4. Какое положение на принципиальных схемах принято считать нормальным: для индивидуальных контакторов, переключателей положений, реверсоров?


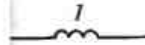
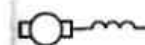
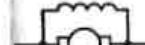

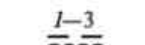
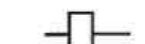


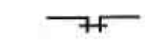

5. Какие контакты электрических аппаратов называются замыкающими, а какие — размыкающими?

6. С чего начинают чтение электрической схемы?

§ 41. Условные графические и буквенные обозначения

Условные графические и буквенные обозначения устанавливаются государственными стандартами, что позволяет всем, кто работает со схемами электрических цепей, легко понимать их.

В схемах электрических цепей (силовых, управления, вспомогательных) электроподвижного состава наиболее часто используют следующие *условные графические обозначения*:

	Якорь машины постоянного тока с обмоткой, коллектором и щетками. Номер или буквенное обозначение, проставленное внутри условного обозначения, указывает на принадлежность к тому или иному двигателю
	Обмотка возбуждения электродвигателя постоянного тока. Номер или надпись около обмотки указывает на ее принадлежность к тому или иному электродвигателю
	Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением
	Электродвигатель постоянного тока с параллельным возбуждением
	Электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением
	Индуктивный шунт с ферромагнитным сердечником. Цифровое обозначение указывает на принадлежность к той или иной группе тяговых двигателей
	Обмотка реле, электропневматических вентилях, электромагнитных и электропневматических контакторов
	Обмотка электромагнитного реле с замедлением при срабатывании
	Замыкающие контакты контактора, реле. Принадлежность к тому или иному аппарату указывается сокращенным буквенным обозначением данного аппарата
	Размыкающие контакты контактора, реле
	Замыкающие контакты с дугогашением

	Размыкающие контакты с дугогашением
	Замыкающие контакты, имеющие выдержку времени при размыкании
	Размыкающие контакты, имеющие выдержку при размыкании
	Контакты контроллера управления
	Плавкий предохранитель
	Резистор нерегулируемый
	Резистор регулируемый
	Конденсатор
	Аккумуляторная батарея
	Токоприемник рельсовый
	Заземляющее устройство
	Амперметр
	Вольтметр
	Шунт амперметра
	Звонок постоянного тока
	Диод полупроводниковый
	Лампа освещения, сигнальная
	Замыкающие контакты выключателя
	Автоматический выключатель
	Кнопочный выключатель с замыкающим контактом
	Кнопочный выключатель с размыкающим контактом
	Автоматический выключатель торможения
	Регулятор давления
	Провода, пересекающиеся и электрически соединенные друг с другом
	Ответвляющиеся провода
	Электрические провода, пересекающиеся без электрического (металлического) соединения



Заземление «Земля». Через коробку заземления провода низковольтных цепей соединяются с «минусом» аккумуляторной батареи, а высоковольтных — с ходовыми рельсами

Примечание. Принадлежность к тому или иному аппарату указывается сокращенным обозначением этого аппарата — номером или буквенным обозначением контактора или другого аппарата.

В схеме силовых цепей приняты следующие *условные буквенные обозначения*:

ТР — токоприемник рельсовый
КС1 — силовая соединительная коробка
КС2 — коробка заземления
П — главный предохранитель
ГВ — главный разъединитель
ЛК1 — ЛК4 — линейные контакторы
РПЛ, РП1-3, РП2-4 — силовые катушки реле перегрузки (соответственно линейного, в цепи тяговых двигателей 1 и 3, 2 и 4)
Я1 — ЯЯ1, Я2 — ЯЯ2, Я3 — ЯЯ3, Я4 — ЯЯ4 — начало и конец обмоток якорей тяговых двигателей
К1 — КК1, К2 — КК2, К3 — КК3, К4 — КК4 — обмотки возбуждения тяговых двигателей
 «Вперед», «Назад» — силовые контакторы реверсора
КШ1 — КШ4 — электромагнитные контакторы ослабления возбуждения
ИШ1-3, ИШ2-4 — индуктивные шунты в цепях 1-й и 2-й групп тяговых двигателей
ТШ — электромагнитный контактор цепи подмагничивания тяговых двигателей
Р1 — Р37 — резисторы
РК1 — РК26 — силовые контакторы реостатного контроллера
Т1 — Т22 — силовые контакторы переключателя положений
РУТ — силовая катушка реле ускорения и торможения
ЗУМ — заземляющее устройство
РЗ-1 — реле защиты
Н1 — НН1, Н2 — НН2, Н3 — НН3, Н4 — НН4 — обмотки подмагничивания тяговых двигателей

В схемах вспомогательных цепей и цепей управления приняты следующие *условные буквенные обозначения*:

АБ — аккумуляторная батарея
КВ — контроллер машиниста
КРП — контроллер резервного пуска
РЦУ — разъединитель цепей управления
СДРК — серводвигатель реостатного контроллера
РК — реостатный контроллер
СДПП — серводвигатель переключателя положений
ЭТПП — электромагнитный дисковый тормоз переключателя положений
МК — мотор-компрессор
КК — контактор мотор-компрессора
КО — контактор освещения

§ 42. Способы управления тяговыми двигателями

- КЗ-2* — контактор заряда аккумуляторной батареи
- ДВР* — дверной воздухораспределитель
- БД* — дверные блокировки (конечные выключатели)
- ВЗ-1, ВЗ-2* — вентили замещения
- Р1-5* — контактор в цепи 1-го и 5-го проводов
- АК* — регулятор давления
- УАВА* — универсальный автоматический выключатель автостопа
- АВТ* — автоматический выключатель тормоза
- КРР* — кнопка резервного реверсирования
- Ф* — фары
- РП* — реле перегрузки
- «*Возврат РП*» — реле возврата реле перегрузки
- РУТ* — реле ускорения и торможения
- НР* — нулевое реле
- СР-1* — стоп-реле
- РВ-1, РВ-2* — реле времени
- P_{пер}* — реле перехода
- РР* — реле реверсирования
- РРТ* — реле ручного торможения
- РКП, РКМ* — кулачковые контакторы реостатного контроллера
- РЗ* — реле заряда
- ПРВ* — промежуточное реле времени
- РЗ-2* — реле сигнализации
- РРП* — реле резервного пуска
- ВУ* — выключатель управления
- КУ* — кнопка управления
- ПС, ПП, ПТ1, ПТ2* — блок-контакты переключателя положений соответственно для позиций последовательного и параллельного соединения тяговых двигателей в режиме тяги, для позиций «Тормоз 1» и «Тормоз 2».

Контрольные вопросы

1. Для чего нужны условные обозначения в схемах электрических цепей?
2. Чем определяются условные обозначения?

На вагонах Е метрополитенов применяют реостатно-контакторное управление тяговыми двигателями, на вагонах ЕжЗ — реостатно-контакторное, дополненное тиристорно-импульсным управлением при торможении с высоких скоростей.

При реостатно-контакторном управлении необходимо большое число силовых контактов — контактных аппаратов, таких, как: реостатный контроллер, переключатель положений, реверсор, линейные контакторы и др. Это обуславливает сравнительно низкие показатели надежности вагонов метрополитена, что является основным недостатком реостатно-контакторного управления тяговыми машинами. К другим недостаткам относятся наличие потерь в пускотормозных резисторах, низкие тяговые усилия в зоне высоких скоростей, невозможность реализации рекуперативного торможения, сложность обеспечения комфорта перевозок пассажиров и т. п.

При тиристорно-импульсном управлении эти недостатки отсутствуют: тиристорные регуляторы не имеют вращающихся частей, просты в изготовлении, имеют высокую надежность (так как число контактных элементов сведено к минимуму), высокий к. п. д. (потери в полупроводниковых приборах, дросселях и конденсаторах малы).

На вагонах ЕжЗ используют тиристорный регулятор РТ-300/300А для регулирования токов возбуждения тяговых машин в режиме торможения. Применение тиристорного регулятора оказалось необходимым из-за того, что характеристики тяговых машин ДК-116, установленных на вагонах ЕжЗ, имеют ограничения по току в зоне высоких скоростей торможения. Использование реостатно-контакторного регулирования тока возбуждения при наличии ограничений не позволяло полностью автоматизировать процесс электрического торможения. Это препятствовало внедрению системы автоматического регулирования скорости (АРС) на метрополитене и отрицательно сказывалось на повышении пропускной способности линий.

Применение тиристорного регулятора позволило полностью автоматизировать процесс электрического торможения в зоне высоких скоростей. Были реализованы предельные для тяговых машин ДК-116 тормозные характеристики, заметно уменьшены тормозные пути вагонов при торможениях в диапазоне 90—70 км/ч. Это дало возможность ввести автоматический контроль за режимами движения вагонов, повысить степень безопасности движения поездов, увеличить пропускную способность линий метрополитена.

Электроподвижной состав (э. п. с.) метрополитена эксплуатируется на линиях с короткими перегонами между станциями при сравнительно высоких эксплуатационной и технической скорос-

тях. Достичь значительных скоростей движения при таких размерах перегонов возможно только в том случае, если э. п. с. обладает высокими динамическими показателями и способен развить соответствующие ускорения при пуске и замедления при торможении. Максимальные значения этих показателей ограничены предельными при заданных условиях движения силами тяги и торможения, которые лимитируются в зоне низких и средних скоростей условиями сцепления колес с рельсами, а в зоне высоких скоростей — условиями, необходимыми для обеспечения надежной работы тяговых машин.

В тяговых режимах регулирование скорости движения вагона для обеспечения необходимых ускорений осуществляется путем изменения напряжения и магнитного потока тяговых машин, что следует из формулы (1).

Сначала при разгоне вагона, начиная со 2-й позиции вала реостатного контроллера, скорость увеличивают, изменяя напряжение на зажимах двигателей при коэффициенте ослабления возбуждения

$$\beta = \frac{I_{\text{в}}}{I_{\text{я}}} = 1,$$

где $I_{\text{в}}$ — ток возбуждения тяговой машины; $I_{\text{я}}$ — ток в обмотке якоря.

Напряжение регулируют таким образом, чтобы по мере увеличения скорости поддерживался неизменным ток в обмотке якоря и сила тяги, развиваемая машиной. Напряжение на зажимах двигателей $U_{\text{дв}}$ регулируют, изменяя сопротивление пускового реостата, включенного последовательно с обмотками тяговой машины, и число последовательно включенных тяговых машин. При таком регулировании напряжение $U_{\text{дв}}$ изменяется от $U_{\text{дв min}}$ до $U_{\text{дв max}}$.

Если дальнейший разгон тяговых двигателей осуществлять при $U_{\text{дв max}} = \text{const}$ и $\beta = 1$, это приведет по мере увеличения скорости движения к значительному уменьшению тока якоря, силы тяги и ускорения. Чтобы получить большие значения силы тяги, регулируют коэффициент β , а следовательно, магнитный поток тяговых двигателей.

Коэффициент β регулируют, шунтируя обмотку возбуждения реостатом, сопротивление $R_{\text{ш}}$ которого изменяют ступенчато (см. рис. 49). Для двигателя последовательного возбуждения

$$\beta = \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\text{в}} + R_{\text{ш}}},$$

где $R_{\text{в}}$ — сопротивление обмотки возбуждения.

На вагонах Е и Еж3 регулирование β ведется четырьмя ступенями, начиная с 32-й позиции вала реостатного контроллера: 0,78; 0,55; 0,44; 0,35 на вагонах Е; 0,78; 0,55; 0,40; 0,32 на вагонах Еж3.

Данный способ регулирования прост и экономичен, поэтому его широко применяют на электропоездах. Однако в этом случае регулировать частоту вращения якоря тяговой машины можно только в сравнительно небольшом диапазоне. Нижний предел его ограничивается насыщением магнитной цепи машины, которое не позволяет увеличивать в значительной степени магнитный поток, верхний предел — условиями устойчивости (при сильном уменьшении магнитного потока двигатель идет вразнос), а также тем, что при глубоком ослаблении возбуждения сильно увеличивается ток якоря, а это приводит к сильному искажающему действию реакции якоря (см. рис. 44, в) и повышению опасности появления крутового огня на коллекторе.

В начальной стадии пуска силу тяги ограничивают исходя из необходимости обеспечения комфорта перевозки пассажиров и предотвращения ударов в зубчатой передаче тягового редуктора. Плавное трогание состава с места при пуске происходит в том случае, если начальное ускорение не превышает 0,2—0,3 м/с². Переход к предельным ускорениям производят с приращением ускорения до 0,6 м/с², чтобы исключить отрицательное воздействие на пассажиров.

Ограничение начального значения силы тяги на уровне, который примерно в 6—8 раз меньше предельно реализуемого значения, осуществляется путем соответствующего выбора начального пускового тока $I_{\text{я}}$ и начального коэффициента ослабления возбуждения β_0 : на вагонах Е коэффициент $\beta_0 = 0,35$, на Еж3 — 0,32.

В процессе торможения скорость движения вагона уменьшается, соответственно уменьшаются частота вращения якорей, э. д. с. и тормозные токи. Для сохранения эффективности торможения необходимо поддерживать токи на заданном уровне, т. е. обеспечить $I_{\text{я}} = \text{const}$. Это достигается, как и в тяговом режиме, изменением коэффициента β тяговых машин, работающих в генераторном режиме, и напряжения на их зажимах.

Процесс торможения можно условно разделить на три этапа. Первый этап — торможение в зоне высоких скоростей с ограничением тормозного тока по условиям коммутационной устойчивости машин и максимального напряжения на их зажимах путем ослабления возбуждения при максимальном сопротивлении тормозного реостата. На этом этапе ослабление возбуждения осуществляется шунтированием обмотки возбуждения реостатом, сопротивление которого изменяют ступенчато на вагоне Е и с помощью импульсного регулятора возбуждения на вагонах Еж3.

Второй этап — торможение в зоне средних и низких скоростей с ограничением тормозной силы по условиям сцепления колес с рельсами путем ступенчатого изменения сопротивления тормозного реостата при $\beta = 1$. Третий этап — торможение в зоне минимальных скоростей, при которых автоматическое поддержание тормоз-

ного усилия невозможно. На этом этапе при скорости движения 10—12 км/ч для сохранения эффективности торможения осуществляется замещение электрического тормоза пневматическим.

§ 43. Перечень электрооборудования силовых цепей вагона Е

В силовые цепи вагона Е (см., рис. 104) входит следующее оборудование:

четыре тяговых двигателя 1—4 типа ДК-108А;

четыре рельсовых токоприемника *ТР* типа ТР-3А;

силовая коробка *КС1* типа СК-43А-1;

главный предохранитель *П* типа ЯП-13И-7;

главный разъединитель *ГВ* типа ГВ-10Е;

26 кулачковых элементов реостатного контроллера *РК1* — *РК26* типа КЭ-47 (24 шт.) и КЭ-46А (2 шт.). Кулачковые элементы *РК1* — *РК20* предназначены для выведения пускотормозного реостата, *РК21* — *РК26* — для ослабления возбуждения тяговых двигателей;

22 кулачковых элемента группового переключателя положений *Т1* — *Т22*, из которых *Т12* и *Т13* типа КЭ-46А с дутогашением выполняют функции мостового контактора, остальные — типа КЭ-47; элемент *Т14* в схеме не использован;

восемь кулачковых элементов реверсора (четыре «ВП» и четыре «НАЗ») типа КЭ-47;

четыре линейных электропневматических контактора *ЛК1*, *ЛК2*, *ЛК3*, *ЛК4* типа ПК-162А;

пять электромагнитных контакторов *КШ1*, *КШ2*, *КШ3*, *КШ4* и *ТШ* типа КПП-113, из которых *КШ1* — *КШ4* — контакторы ослабления возбуждения тяговых двигателей, *ТШ* обеспечивает подключение обмоток подмагничивания в тормозном режиме;

четыре силовые катушки реле защиты *РПЛ*, *РП1-3*, *РП2-4*, *РЗ1* типа РМ-3000;

две катушки реле ускорения и торможения *РУТ* типа Р-52Б;

индуктивный шунт типа ИШ-10А, состоящий из двух частей *ИШ1-3* и *ИШ2-4*, включенных в цепи ослабления возбуждения групп тяговых двигателей;

семь ящиков пускотормозных резисторов *Р1* — *Р27* и *Л1* — *Л2* типа КФ-47А;

ящик резисторов ослабления возбуждения *Р28* — *Р31*, *Р31* — *Л26*, *К2* — *Р35*, *Р35* — *Р37*, *Р37* — *Л25* типа КФ-50А;

две коробки заземления *КС2* типа СК-25Ж;

четыре заземляющих устройства *ЗУМ* типа ЗУМ-1А;

амперметр *А* типа М4200/500 с шунтом.

Кроме перечисленного оборудования в силовые цепи входят провода, зажимы, коннекторы, соединительные втулки СВ-4А, зажимы СВ-7В.

Позиция переключателя положений	<i>Т1</i>	<i>Т2</i>	<i>Т3</i>	<i>Т4</i>	<i>Т5</i>	<i>Т6</i>	<i>Т7</i>	<i>Т8</i>	<i>Т9</i>	<i>Т10</i>	<i>Т11</i>	<i>Т12</i>	<i>Т13</i>	<i>Т14</i>	<i>Т15</i>	<i>Т16</i>	<i>Т17</i>	<i>Т18</i>	<i>Т19</i>	<i>Т20</i>	<i>Т21</i>	<i>Т22</i>	
ПС	—	—	—	●	●	—	—	—	●	—	—	●	●	—	—	●	—	—	—	—	—	—	●
ПП	●	—	●	●	●	—	—	●	●	—	—	—	—	—	—	●	—	●	—	—	—	—	—
ПТ1	●	●	—	—	—	●	●	—	—	●	●	—	—	—	●	●	—	●	—	—	—	—	●
ПТ2	●	●	—	—	—	●	●	—	—	●	●	—	—	—	●	—	●	●	●	●	●	—	—

Для того чтобы проследить пути прохождения тока, вместе со схемой приводят таблицы включения контакторов (табл. 2). В этих таблицах каждый столбец соответствует определенному контактору, а каждая графа — определенной позиции вала группового переключателя. Из таблиц видно, какие контакторы включены на каждой позиции группового переключателя.

Контрольные вопросы

1. Сколько тяговых двигателей входит в силовую цепь вагона?
2. Чем надо воспользоваться, чтобы определить, какие контакторы группового переключателя включены на каждой позиции?

§ 44. Силовые цепи вагона Е в тяговом режиме

Реверсивную рукоятку контроллера машиниста (КВ) в тяговом режиме устанавливают в положение, соответствующее направлению движения «Вперед» или «Назад». Главная рукоятка контроллера машиниста может быть установлена в положение «Ход 1», «Ход 2» или «Ход 3».

Тяговые двигатели соединены в две группы: первая — двигатели 1 и 3, вторая — двигатели 2 и 4. В группах двигатели включены последовательно. Когда рукоятка находится в положении «Ход 1», «Ход 2» группы соединены последовательно, а в положении «Ход 3» — параллельно.

В тяговом режиме вал реостатного контроллера (табл. 3), имеющего 36 позиций, вращается в прямом направлении с 1-й по 18-ю позицию, а с 19-й по 36-ю — в обратном.

Переключатель положения в тяговом режиме имеет два рабочих положения: ПС — последовательное соединение групп тяговых двигателей, ПП — параллельное (см. табл. 2).

При последовательном соединении групп двигателей предусмотрено 18 позиций реостатного контроллера, из которых с 1-й по 16-ю включительно — это пусковые реостатные, 17-я соответствует автоматической характеристике последовательного соединения и 18-я — переходная.

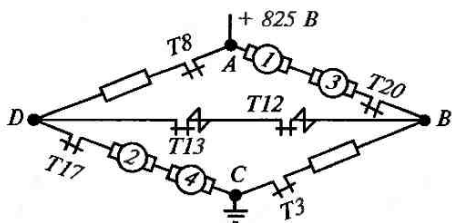


Рис. 103. Схема моста

Переход с последовательного соединения групп тяговых двигателей на параллельное осуществляется по схеме моста (рис. 103): сначала замыкаются кулачковые контакторы $T3$ и $T8$, а затем размыкаются $T12$ и $T13$, которые разрывают цепь уравнительного тока и поэтому имеют дугогасительные устройства.

При параллельном соединении групп двигателей также используются 18 позиций реостатного контроллера, из которых с 19-й по 30-ю (с 18-й по 7-ю) — это пусковые реостатные позиции; 31-я (6-я) соответствует автоматической характеристике полного возбуждения и последние пять позиций — автоматические пусковые с ослаблением возбуждения двигателей: 32-я (5-я) позиция — до 78 %, 33-я (4-я) — до 55 %, 34-я (3-я) — до 44 %, 35-я (2-я) и 36-я (1-я) позиции сдвоенные — до 35 %.

Регулирование скорости движения вагона осуществляют изменением напряжения на тяговых двигателях и степени их возбуждения.

Напряжение на тяговых двигателях регулируют двумя способами: последовательным и параллельным соединениями двух групп двигателей (в каждой группе двигатели соединены последовательно: в одной — двигатели 1 и 3, в другой — 2 и 4) и изменением электрического сопротивления в цепи двигателей.

Для изменения степени возбуждения тяговых двигателей параллельно их обмоткам возбуждения в точках $K1$, $K3$ и $K4$, $K2$ (рис. 104) подключены реостаты ослабления возбуждения, которые имеют четыре ступени. Чем меньше сопротивление этих реостатов, тем меньше магнитный поток двигателей, или, как принято говорить, больше ослабление возбуждения двигателей, и тем выше частота вращения их якорей. Шунтирующая цепь подключается индивидуальными электромагнитными контакторами $KШ1$ и $KШ2$.

Регулирование частоты вращения с помощью реостатов связано с большими потерями электроэнергии, поэтому его применяют только для кратковременных режимов пуска. Продолжительными же являются режимы работы тяговых двигателей с выведенными реостатами и ослабленным возбуждением.

Пуск вагона начинается при последовательном соединении групп тяговых двигателей с полностью включенными пусковыми резисторами и ослабленным возбуждением. Ослабление возбуждения двигателей в начальный момент пуска дает возможность снизить начальную силу тяги для плавного трогания поезда, получения малых скоростей при маневрах, мойке, продувке и сцепке вагонов и значительно уменьшить число пусковых резисторов.

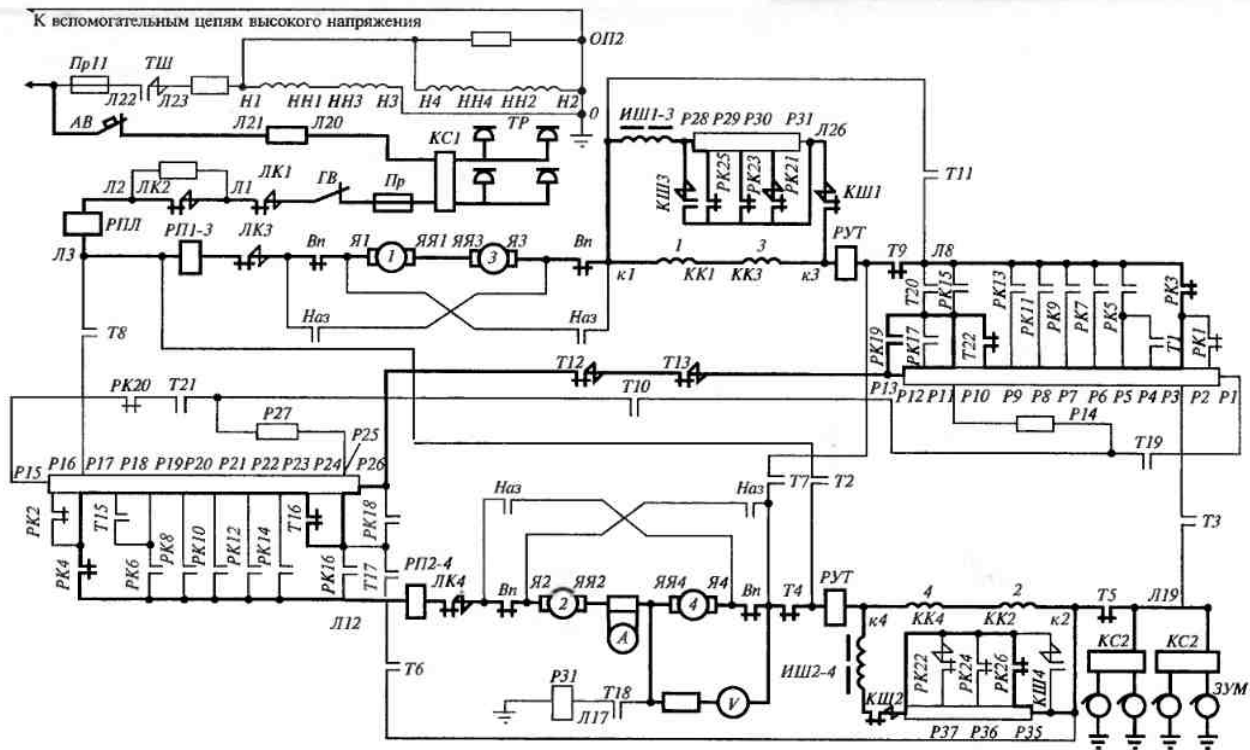


Рис. 104. Схема силовой цепи вагона Е в тяговом режиме на 1-й позиции вала РК

Соединение групп тяговых двигателей при тяговом режиме	Позиции вала РК	Контакты реостатного контроллера при тяговом и тормозном режимах																										
		РК1	РК2	РК3	РК4	РК5	РК6	РК7	РК8	РК9	РК10	РК11	РК12	РК13	РК14	РК15	РК16	РК17	РК18	РК19	РК20	РК21	РК22	РК23	РК24	РК25	РК26	
Последовательное	1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	9	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	11	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	12	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	13	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	14	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	15	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	16	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	17	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	18	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Параллельное	19(18)*	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	20(17)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	21(16)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	22(15)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	23(14)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	24(13)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	25(12)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	26(11)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	27(10)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	28(9)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	29(8)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	30(7)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	31(6)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	32(5)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	33(4)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	34(3)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	35(2)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	36(1)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

* В скобках указаны позиции при вращении вала РК в обратном направлении.

Контакты линейные, ослабления возбуждения и шунтирования при тяговом режиме	Контакты линейные, ослабления возбуждения и шунтирования при тормозном режиме	Тяговый режим		Тормозной режим*	
		Сопротивление, Ом	Возбуждение двигателей, %	Сопротивление, Ом	Возбуждение двигателей, %
ЛК1	●	4,960	35	3,33	31
ЛК2	●	4,960	100	3,33	35
ЛК3	●	3,960	100	3,33	44
ЛК4	●	3,170	100	3,33	55
КШ1	●	2,600	100	3,33	78
КШ2	●	2,240	100	3,20	100
КШ3	●	1,890	100	3,07	100
КШ4	●	1,710	100	2,89	100
ТШ	●	1,520	100	2,70	100
ЛК1	●	1,300	100	2,48	100
ЛК2	●	1,070	100	2,25	100
ЛК3	●	0,851	100	2,03	100
ЛК4	●	0,627	100	1,81	100
КШ1	●	0,444	100	1,62	100
КШ2	●	0,260	100	1,44	100
КШ3	●	0,130	100	1,31	100
КШ4	●	0,00	100	1,18	100
ТШ	●	0,00	100/55	1,18	100
ЛК1	●	1,21/1,21**	100	1,040	100
ЛК2	●	1,21/0,945	100	0,925	100
ЛК3	●	0,945/0,945	100	0,850	100
ЛК4	●	0,762/0,945	100	0,755	100
КШ1	●	0,762/0,762	100	0,729	100
КШ2	●	0,762/0,538	100	0,685	100
КШ3	●	0,538/0,538	100	0,653	100
КШ4	●	0,314/0,538	100	0,607	100
ТШ	●	0,314/0,314	100	0,541	100
ЛК1	●	0,314/0,130	100	0,462	100
ЛК2	●	0,130/0,130	100	0,412	100
ЛК3	●	0/0,130	100	0,363	100
ЛК4	●	0,00	100	0,281	100
КШ1	●	0,00	78	0,281	100
КШ2	●	0,00	55	0,281	100
КШ3	●	0,00	44	—	—
КШ4	●	0,00	35	—	—
ТШ	●	0,00	35	—	—

* В тормозном режиме тяговые двигатели соединены последовательно.

** В числителе — для 1-й группы тяговых двигателей, в знаменателе — для 2-й.

В момент пуска к каждому двигателю приложено напряжение 25—35 В. При таком напряжении ток, вращающий момент тяговых двигателей и сила тяги достаточны для трогания с места. По мере выведения ступеней пускотормозного реостата постепенно увеличивается скорость движения вагона.

После того как все ступени будут выведены, происходит перегруппировка тяговых двигателей с последовательного соединения групп на параллельное. При этом, чтобы не было резкого броска тока, в цепь двигателей снова вводится пускотормозной реостат, который в дальнейшем опять выводится. Когда все ступени будут выведены, напряжение на двигателях достигнет наибольшего значения — 375 В.

Дальнейшее увеличение частоты вращения якорей осуществляется ослаблением возбуждения тяговых двигателей. Ступенью максимального ослабления возбуждения заканчивается процесс пуска. Далее тяговые двигатели работают с выведенными пускотормозными реостатами при ослабленном возбуждении и наибольшем напряжении на зажимах.

По окончании пуска скорость движения вагона растет до тех пор, пока сила тяги, развиваемая двигателями, не сравняется с сопротивлением движению поезда, которое тем выше, чем больше скорость вагона.

Положение «Ход 1». Это положение главной рукоятки КВ соответствует маневровому режиму. Группы тяговых двигателей соединены последовательно, работают при ослабленном до 35 % возбуждении, и в их цепь полностью введен пускотормозной реостат общим сопротивлением 4,96 Ом. Вагон движется с наименьшей скоростью.

Аппараты с групповым приводом занимают следующие положения: вал реостатного контроллера (РК) находится на 1-й позиции и его контакты *PK1—PK4*, *PK20—PK26* замкнуты (рис. 104, см. табл. 3). Вал переключателя положений находится в положении ПС (последовательное соединение групп тяговых двигателей), при этом замкнуты его контакторы *T4*, *T5*, *T9*, *T12*, *T13*, *T16*, *T22* (см. табл. 2). Остальные контакторы переключателя разомкнуты.

После включения контакторов аппаратов с групповым приводом (они включаются в обесточенной силовой цепи) включаются индивидуальные электропневматические контакторы *ЛК1—ЛК4*. Ослабление возбуждения происходит при замыкании контактов *КШ1* и *КШ2*.

Ток проходит по цепи: плюсовая шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемник *ТР*, силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *ЛК1*, *ЛК2*, катушки реле перегрузки *РПЛ*, *РП1-3*, контакты *ЛК3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, точка *κ1*. Далее ток идет по двум параллельным

цепям: первая цепь — обмотки возбуждения двигателей *1* и *3*, вторая — катушки индуктивного шунта *ИШ1-3*, резисторы ослабления возбуждения *P28 — P29*, контакты кулачкового контактора реостатного контроллера *PK25*, контакты *КШ1*, точка *κ3*. Из точки *κ3* ток идет через силовую катушку *РУТ*, контакты *T9*, *PK3*, резисторы *P3 — P10*, контакты *T22*, резисторы *P11 — P13*, контакты переключателя положений *T13*, *T12*, резисторы *P26 — P25*, контакты *T16*, резисторы *P24 — P17*, контакты *PK4*, катушку реле перегрузки *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотку якоря тягового двигателя *2*, шунт амперметра, обмотку якоря двигателя *4*, контакты реверсора, контакты *T4*, вторую силовую катушку *РУТ*, точку *κ4*. Далее ток разветвляется в две параллельные цепи: первая — обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*, точка *κ2*, вторая — катушки индуктивного шунта *ИШ2-4*, контакты *КШ2*, *PK26*, резисторы ослабления возбуждения *P35 — κ2*, точка *κ2*. Затем из точки *κ2* ток идет через контактор *T5*, силовые коробки *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы к минусовой шине тяговой подстанции.

Продолжительное движение (более 3 мин) в маневровом режиме осуществлять нельзя, так как пускотормозной реостат нагревается до температуры выше допустимой.

Положение «Ход 2». В этом положении группы тяговых двигателей остаются соединенными последовательно, как и в маневровом режиме. Переключатель положений остается в положении «ПС». Реостатный контроллер для увеличения скорости движения вагона начинает выводить из цепи тяговых двигателей ступени пускотормозного реостата.

Для обеспечения плавности пуска сопротивления ступеней реостата подобраны так, чтобы броски тока при переходе реостатного контроллера с позиции на позицию были минимальными. Вывод ступеней реостата осуществляется вращением вала РК в одном направлении с 1-й по 18-ю позицию. Кулачковые шайбы вала РК включают в определенной последовательности силовые контакторы, которые закорачивают (выводят) отдельные ступени реостата.

При переходе вала РК с 1-й позиции на 2-ю отключаются контакторы шунтирования *КШ1* и *КШ2* (см. табл. 3), в результате чего двигатели начинают работать при полном (100 %) возбуждении. Пусковое сопротивление не меняется (4,96 Ом). Вследствие усиления возбуждения ток снижается, сила тяги возрастает, увеличивается ускорение движения вагона.

С 3-й позиции вала РК начинается выведение ступеней пускотормозного реостата из силовой цепи путем включения силовых контакторов РК в последовательности, указанной в табл. 3.

На 17-й позиции вала РК сопротивление пускового реостата в цепи тяговых двигателей становится равным нулю.

Цепь прохождения тока на 17-й позиции вала РК (рис. 105) следующая: плюсовая шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники *ТР*, силовая соединительная коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *ЛК1*, *ЛК2*, катушки *РПЛ*, *РП1-3*, контакты *ЛК3*, реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *3*, силовая катушка *РУТ*, контакты *Т9*, *РК15*, *РК19*, *Т12*, *Т13*, *РК18*, *РК16*, катушка *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя *2*, шунт амперметра, обмотка якоря тягового двигателя *4*, контакты реверсора, контакты *Т4*, силовая катушка *РУТ*, обмотки возбуждения тяговых двигателей *4* и *2*, контакты *Т5*, силовые коробки заземления *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, минусовая шина тяговой подстанции.

У реостатного контроллера 17-я позиция вала называется *экономичной*, так как пускотормозной реостат выведен, но не является ходовой, поэтому вал реостатного контроллера переходит на 18-ю позицию и останавливается. Происходит включение контакторов *КШ1* и *КШ2*, в результате чего возбуждение ослабляется до 55 %.

Таким образом, 18-я позиция вала РК является *экономичной* и ходовой, т. е. на ней тяговые двигатели могут работать продолжительно.

Цепь тока на 18-й позиции вала РК будет такой же, как на 17-й, с той лишь разницей, что параллельно обмоткам возбуждения двигателей подключены цепи шунтирования: в точках *к1* и *к3* для первой группы двигателей и в точках *к2* и *к4* — для второй.

Цепь прохождения тока на 18-й позиции вала РК (см. рис. 105): плюсовая шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники *ТР*, силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты линейных контакторов *ЛК1*, *ЛК2*, катушка *РПЛ*, катушка *РП1-3*, контакты *ЛК3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, точка *к1*. Далее ток проходит по двум параллельным цепям: первая — обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *3*, вторая — катушки индуктивного шунта *ИШ1-3*, резисторы *Р28* — *Р31*, контакты *РК21*, *КШ1*, точка *к3*. Далее из точки *к3* ток идет через силовую катушку *РУТ*, контакты *Т9*, *РК15*, *РК19*, *Т12*, *Т13*, *РК18*, *РК16*, катушку *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотки якоря тягового двигателя *2*, шунт амперметра, обмотки якоря тягового двигателя *4*, контакты реверсора, контакты *Т4*, силовую катушку *РУТ*, точку *к4*, затем по двум параллельным цепям: первая — обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*, вторая — катушки индуктивного шунта *ИШ2-4*, контакты *КШ2*, *РК22*, резисторы *Р37* — *К2*, точка *к2*. Затем из точки *к2* ток проходит через контакты *Т5*, силовые коробки *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы к минусовой шине подстанции.

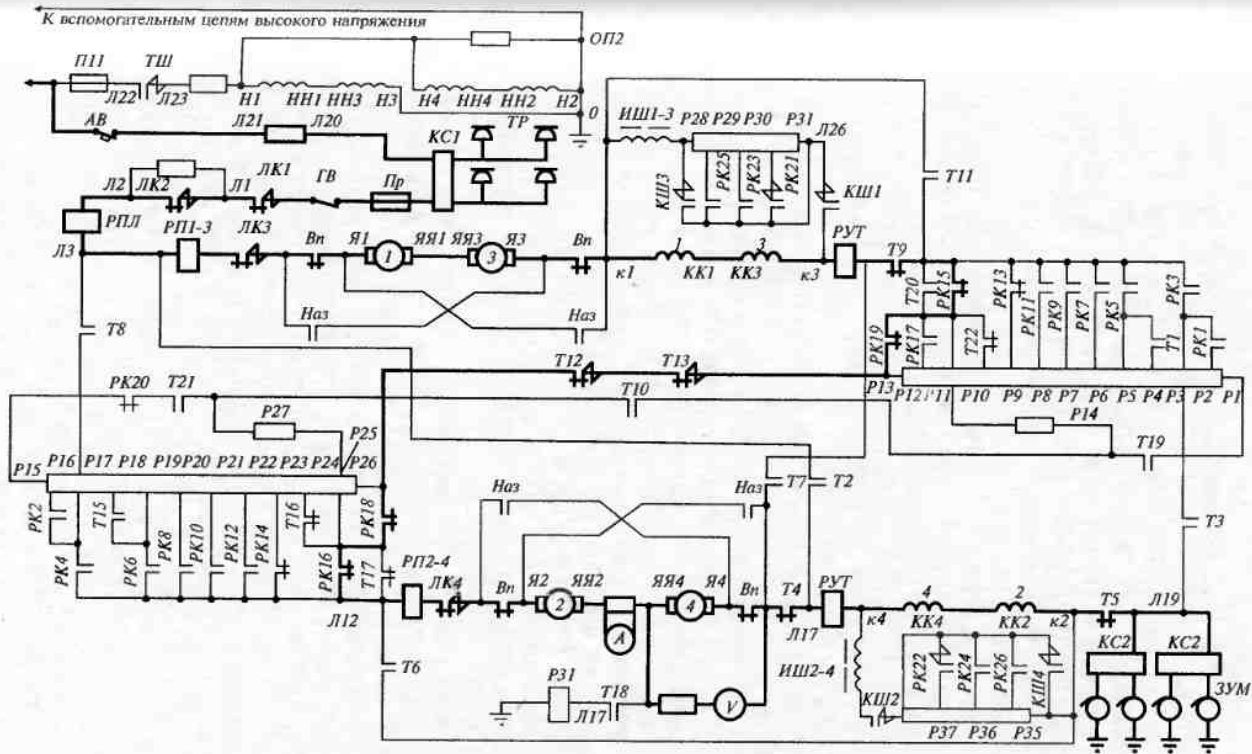


Рис. 105. Схема силовой цепи вагона Е в тяговом режиме на 17-й позиции вала РК

На 18-й позиции ослабления возбуждения может не произойти, если главная рукоятка контроллера машиниста будет сразу поставлена в положение «Ход 3», так как в этом случае не включатся *КШ1* и *КШ2* и вал реостатного контроллера на 18-й позиции не будет остановлен, а перейдет на 20-ю (17-ю) позицию сразу после того, как переключатель положений повернется в положение «ПП».

В положении «Ход 2» при порожнем вагоне вал РК вращается хронометрически (переход с позиции на позицию происходит через равные промежутки времени) и ток изменяется также хронометрически, поскольку ток силовой цепи не достигает тока уставки реле *РУТ* (320 А).

Среднее время пуска с 1-й по 18-ю позицию (при порожнем вагоне) составляет 3,4—4 с. Из них на первых семи позициях хронометрическое время перехода вала РК с одной позиции на другую составляет 0,25—0,3 с, а на остальных позициях — 0,17—0,2 с. Замедленное вращение вала РК на первых семи позициях выполнено для плавности пуска поезда.

При груженом вагоне или на предельном подъеме хронометрический пуск происходит до 10-й позиции, а начиная с 11-й вал РК вращается под контролем *РУТ*. Если ток в силовой цепи превысит уставку *РУТ*, это реле сработает, и вал РК остановится, следовательно, уменьшится ток в силовой цепи, так как прекратится выведение ступеней пускотормозного реостата. Когда ток в силовой цепи снова станет меньше тока уставки *РУТ*, вал реостатного контроллера вновь начнет вращаться. Процесс повторится. Таким образом, под контролем *РУТ*, начиная с 11-й позиции, ток в силовой цепи будет поддерживаться равным току уставки реле, в противном случае он достигал бы значений, недопустимых для тяговых двигателей по условию коммутации.

Положение «Ход 3». Для дальнейшего увеличения скорости движения поезда машинист ставит главную рукоятку контроллера в положение «Ход 3», в результате чего происходит переключение групп тяговых двигателей с последовательного соединения на параллельное. Это осуществляется кулачковыми контакторами переключателя положений, который переходит из положения «ПС» в положение «ПП». Переход происходит по схеме моста (см. рис. 103).

При повороте переключателя положений замыкаются контакты его кулачковых контакторов *T8*, *T1*, *T15*, *T17*, *T3*, *T20* (см. табл. 3). Контакты *T12*, *T13*, *T16* и *T22* размыкаются, а *T4*, *T5* и *T9* остаются замкнутыми. Введение сопротивлений по 1,21 Ом в каждую группу тяговых двигателей выполнено с целью уменьшения бросков тока и механических толчков в тяговых двигателях при переходе с последовательного соединения на параллельное.

В этот момент (19-я позиция вала РК) ток проходит по следующей цепи (рис. 106): плюсовая шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники вагона *ТР*, коробка *КС1*, главный пред-

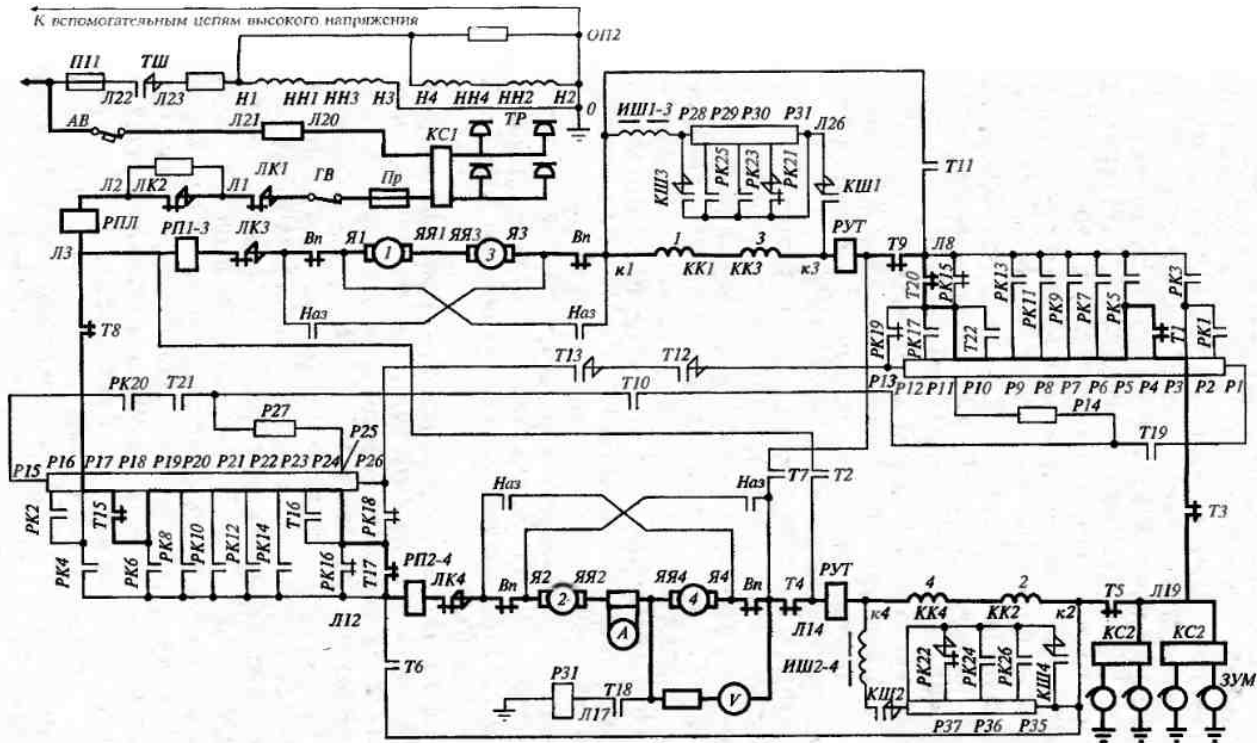


Рис. 106. Схема силовой цепи вагона Е в тяговом режиме на 19-й позиции вала РК

охранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *ЛК1*, *ЛК2*, катушка реле *РПД*, точка *Л3*. Далее ток разветвляется в две параллельные цепи: первая — катушка *РП1-3*, контакты *ЛК3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей *1* и *3*, катушка *РУТ*, контакты *Т9*, точка *Л8*, контакты *Т20*, пускотормозные резисторы *Р11 — Р5*, контакты *Т1*, резисторы *Р4 — Р3*, контакты *Т3*, силовые коробки *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, минусовая шина тяговой подстанции; вторая — контакты *Т8*, пускотормозные резисторы *Р17 — Р18*, контакты *Т15*, резисторы *Р19 — Р25*, контакты *Т17*, точка *Л12*, катушка реле *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя *2*, шунт амперметра, обмотка якоря тягового двигателя *4*, контакты реверсора, контакты переключателя положений *Т4*, силовая катушка *РУТ*, точка *к4*, обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*, точка *к2*, контакты *Т5*, силовые коробки *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, минусовая шина подстанции.

В начальный момент переключения цепей контакты кулачковых контакторов *Т12* и *Т13* переключателя положений еще замкнуты и через них протекает уравнильный ток либо от точки *Л12* к точке *Л8*, либо, наоборот, по цепи: точка *Л8*, контакты *Т20*, *РК19*, *Т12*, *Т13*, *РК18*, *Т17*, точка *Л12*, далее по цепи, указанной выше. В таком положении схема находится очень небольшое время, а затем размыкаются контакты *Т12* и *Т13* и группы тяговых двигателей оказываются включенными параллельно с введенными в их цепи пусковыми резисторами при полном возбуждении, так как на этой же 19-й позиции отключаются контакторы шунтирования *КШ1* и *КШ2*. Таким образом 18-я позиция вала *РК* без его вращения стала 19-й.

После того как переключатель положений зафиксировался в положении «ПП», т.е. на 19-й позиции, вал реостатного контроллера начинает вращаться в обратном направлении, что приводит к замыканию контактов *РК1 — РК20* в обратной последовательности (согласно табл. 3) и выведению ступеней пускотормозного реостата из обеих групп тяговых двигателей. Причем ступени реостата выводятся поочередно: сначала из первой группы двигателей, затем — из второй, снова из первой и т.д. Такое выведение ступеней способствует смягчению толчков силы тяги при переходе вала реостатного контроллера с позиции на позицию. Например, на 20-й позиции *РК* замыкаются контакты *РК13*, выводится ступень реостата *Р9 — Р11* в первой группе двигателей.

На 21-й позиции вала *РК* замыкаются контакты *РК14*, выводится ступень *Р23 — Р25* во второй группе двигателей. В обеих группах сопротивление становится равным 0,945 Ом и т.д.

На 30-й позиции вала *РК* первая группа (тяговые двигатели *1* и *3*) работает на автоматической характеристике полного возбуждения па-

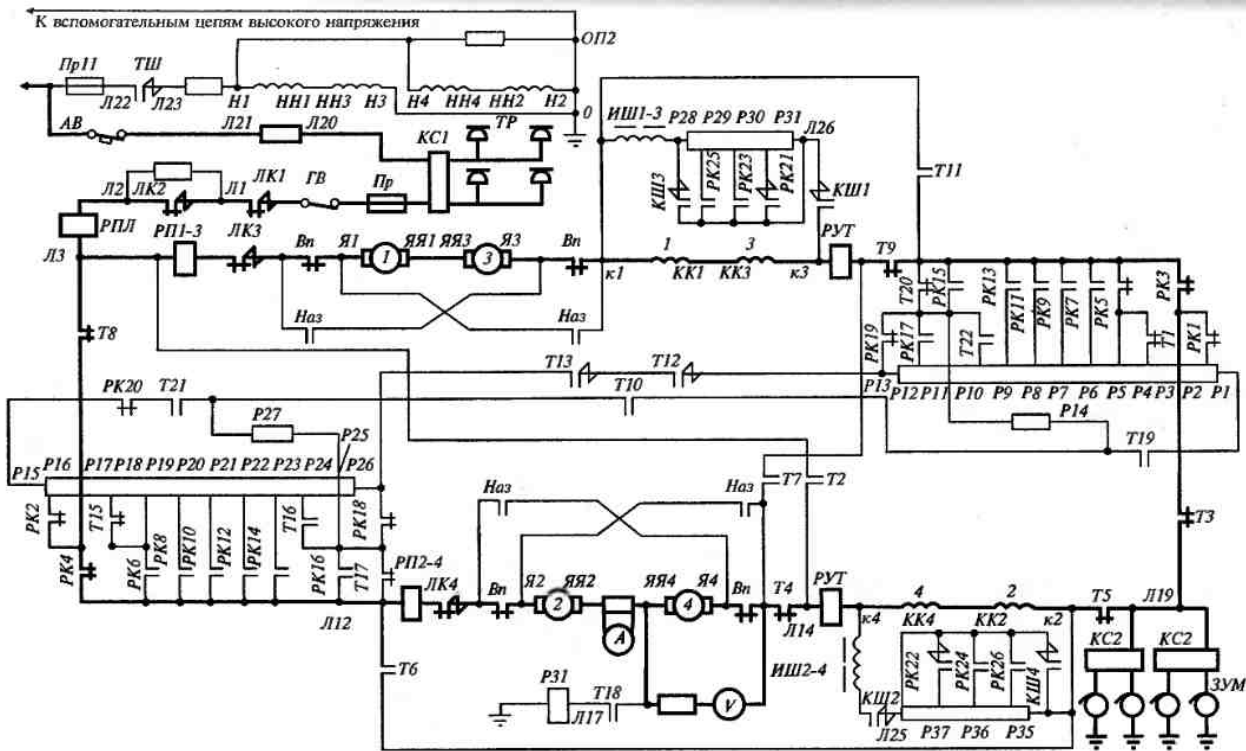


Рис. 107. Схема силовой цепи вагона Е в тяговом режиме на 31-й позиции вала РК

параллельного соединения. Во второй группе остается сопротивление 0,13 Ом.

На 31-й позиции вала РК обе группы тяговых двигателей работают на автоматической характеристике полного возбуждения. Однако эта позиция, хотя и экономичная, не является ходовой.

Ток на 31-й позиции вала РК проходит по следующей цепи (рис. 107): плюсовая шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники вагона, силовая коробка КС1, главный предохранитель П, главный разъединитель ГВ, контакты ЛК1 и ЛК2, катушка РПЛ, точка ЛЗ. Далее ток идет по двум параллельным цепям: первая — катушка реле РП1-3, контакты ЛК3, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей 1 и 3, контакты реверсора, обмотки возбуждения тяговых двигателей 1 и 3, силовая катушка РУТ, контакты Т9, РК3, Т3, силовые коробки КС2, заземляющие устройства ЗУМ, ходовые рельсы, минусовая шина тяговой подстанции; вторая — контакты Т8, РК4, катушка реле РП2-4, контакты ЛК4, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя 2, шунт амперметра, обмотка якоря тягового двигателя 4, контакты реверсора, контакты Т4, силовая катушка РУТ, обмотки возбуждения тяговых двигателей 4 и 2, контакты Т5, силовые коробки КС2, заземляющие устройства ЗУМ, ходовые рельсы, минусовая шина тяговой подстанции.

Так как 31-я позиция не является ходовой, то вал реостатного контроллера продолжает вращаться.

На 32-й позиции вала РК включаются контакты КШ1 и КШ2, в результате чего происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей до 78%. В точках κ1 и κ4 происходит распределение тока по двум цепям: 78% — по обмоткам возбуждения и 22% — по шунтирующей цепи через все ступени реостата ослабления возбуждения и контакторы КШ1 и КШ2 (рис. 108, а).

На 33-й позиции вала РК включаются контакторы реостата ослабления возбуждения РК21 и РК22. Происходит ослабление возбуждения до 55%. В точках κ1 и κ4 ток распределяется по двум цепям: 55% — по обмоткам возбуждения двигателей и 45% — по шунтирующей цепи через резисторы P28 — P31, P37 — κ2 и контакторы КШ1 и КШ2 (рис. 108, б).

На 34-й позиции вала РК включаются контакторы РК23 и РК24, происходит ослабление возбуждения до 44%. При этом 44% общего тока проходит по обмоткам возбуждения и 56% — по шунтирующей цепи (рис. 108, в).

На 35-й позиции вала РК включаются контакторы РК25 и РК26, в результате возбуждение достигает 35%. Это значит, что 35% тока идет через обмотки возбуждения, а 65% — по шунтирующей цепи (рис. 108, г).

На 36-й позиции вала РК изменений в силовой цепи не происходит, тяговые двигатели работают на автоматической характеристи-

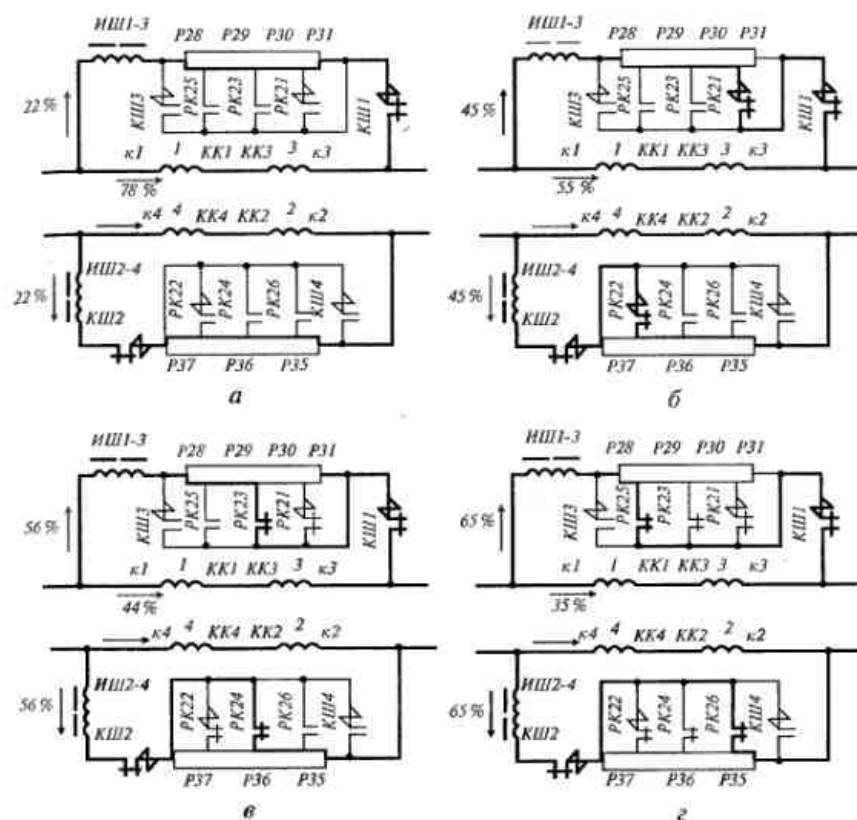


Рис. 108. Схемы ослабления возбуждения тяговых двигателей вагона Е

ке параллельного соединения с ослабленным до 35% возбуждением. Позиция является экономичной и ходовой. Ток на 35-й и 36-й позициях вала РК идет по следующей цепи (рис. 109): плюсовая шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники вагона ТР, силовая соединительная коробка КС1, главный предохранитель П, главный разъединитель ГВ, контакты ЛК1, ЛК2, катушка реле РПЛ, точка ЛЗ. Далее ток распределяется по двум параллельным цепям: первая цепь — катушка реле РП1-3, контакты ЛК-3, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей 1 и 3, контакты реверсора, точка κ1. Из точки κ1 35% тока идет по обмоткам возбуждения тяговых двигателей 1 и 3 и 65% — через катушки индуктивного шунта ИШ1-3, пускотормозные резисторы P28 — P29, контакты РК25, КШ1 в точку κ3, и из точки κ3 общий ток идет через силовую катушку РУТ, контакты Т9, РК3, Т3, коробки заземления КС2, заземляющие устройства ЗУМ, ходовые рельсы к

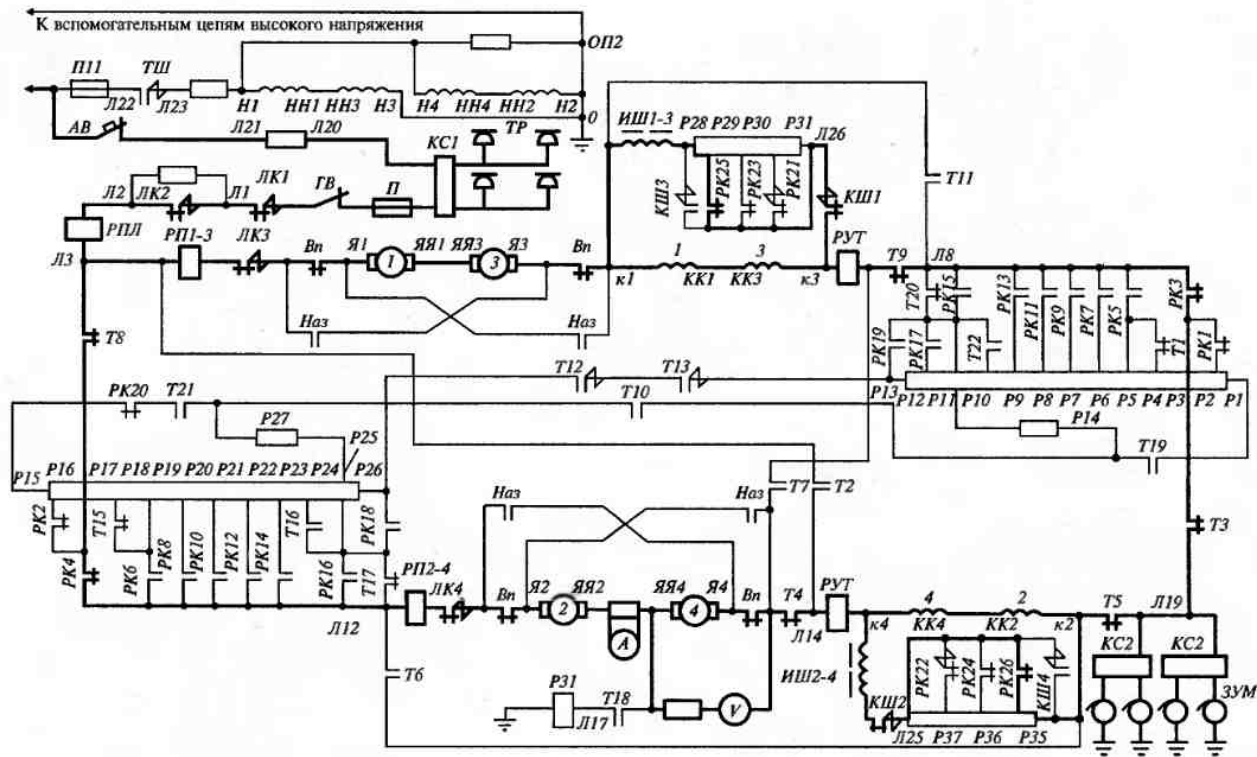


Рис. 109. Схема силовой цепи вагона Е в тяговом режиме на 36-й позиции вала РК

минусовой шине тяговой подстанции; вторая цепь — контакты *T8*, *PK4*, катушка реле *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя 2, шунт амперметра, обмотка якоря тягового двигателя 4, контакты реверсора, контакты *T4*, силовая катушка *РУТ*, точка *κ4*, из которой ток распределяется по двум ветвям: 35 % — по обмоткам возбуждения тяговых двигателей 4 и 2, а 65 % — через индуктивный шунт *ИШ2-4*, контакты *КШ2*, *PK26*, резисторы *P35* — *κ2* в точку *κ2*, а далее из точки *κ2* через контакты *T5*, коробки *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы к минусовой шине тяговой подстанции.

Таким образом, на 36-й позиции вала РК группы двигателей соединены параллельно с выведенным пускотормозным реостатом и ослабленным до 35 % возбуждением.

Весь пусковой период при параллельном соединении происходит под контролем реле *РУТ*, кроме 19-й и 18-й позиций порожнего и груженого режимов.

В режиме пуска реле *РУТ* реагирует на сумму токов в обеих группах тяговых двигателей, так как оно имеет две силовые катушки, включенные соответственно в цепи тяговых двигателей 1, 3 и 2, 4. Это необходимо, во-первых, для более полного использования мощности тяговых двигателей; во-вторых, в связи с неодновременным выведением ступеней пускотормозного реостата из цепей групп двигателей ток реле мог бы значительно отличаться от тока двигателей другой группы.

В тяговом режиме при пуске с полным (100 %) возбуждением уставка *РУТ* равна 320 А.

Для уменьшения пиков тока, а следовательно, резкого уменьшения силы тяги ток уставки *РУТ* на последних позициях пуска, когда используется ослабление возбуждения, уменьшают до 260 А путем отключения регулировочной катушки *РУТ*. Это делается и при переходе с последовательного соединения групп двигателей на параллельное (19-я позиция) для снижения бросков тока силовой цепи, отрицательно сказывающихся на работе тяговых подстанций, так как при параллельном соединении групп двигателей ток, потребляемый вагоном, удваивается по сравнению с током, потребляемым им при последовательном соединении групп двигателей.

По окончании пуска скорость растет до тех пор, пока сила тяги, развиваемая двигателями, не сравняется с сопротивлением движению поезда.

Разбор цепи тягового режима. При переводе главной рукоятки контроллера машиниста с ходовых позиций на «нулевую» происходит отключение тяговых двигателей с предварительным отключением линейного контактора *ЛК2*, вводящего в цепь двигателей резистор *Л1* — *Л2* для смягчения толчка при размыкании цепи. Линейные контакторы *ЛК1*, *ЛК3* и *ЛК4* отключаются после отключения *ЛК2* с выдержкой времени. После отключения линей-

ных контакторов вал реостатного контроллера автоматически возвращается на 1-ю позицию.

Ручной пуск на ходовых положениях. Ручной пуск применяется при плохом сцеплении колесных пар с рельсами. Позиции выводят, переводя главную рукоятку КВ из положения «Ход 1» в положение «Ход 2» и обратно в «Ход 1». Таким образом, в положении «Ход 1» происходит сбор схемы тягового режима. В положении «Ход 2» выводится одна ступень пускотормозного реостата. Для того чтобы вывести следующую ступень, необходимо вновь поставить главную рукоятку КВ в положение «Ход 1», а затем в «Ход 2». Таким образом можно вывести все позиции реостатного контроллера.

После остановки вала РК на 18-й позиции главную рукоятку КВ необходимо кратковременно перевести в положение «Ход 3» и обратно в положение «Ход 1». При этом вал переключателя положений повернется из положения «ПС» в положение «ПП», после чего вал реостатного контроллера начнет вращаться в обратном направлении с 18-й позиции по 1-ю, если главную рукоятку КВ кратковременно переводить из положения «Ход 1» в положение «Ход 2» и обратно.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется с помощью контроллера машиниста тяговый режим вагона?
2. Чем характеризуется режим работы силовых цепей в положении главной рукоятки «Ход 1»? Почему не допускается продолжительная работа цепей в этом режиме?
3. Покажите прохождение тока в силовой цепи в положении «Ход 1» главной рукоятки.
4. Чем характеризуется режим силовой цепи, соответствующий положению «Ход 2» главной рукоятки?
5. Какая позиция вала реостатного контроллера в положении «Ход 2» главной рукоятки является экономичной и ходовой? Почему?
6. Покажите прохождение тока в силовой цепи на 18-й позиции вала реостатного контроллера в положении «Ход 2» главной рукоятки.
7. На каких позициях вала реостатного контроллера в положении «Ход 2» главной рукоятки его вал вращается под контролем РУТ и почему?
8. Чем характеризуется режим силовой цепи, соответствующий положению «Ход 3» главной рукоятки?
9. Для чего при переходе с последовательного на параллельное соединение групп тяговых двигателей в их цепи вводят резисторы?
10. Покажите прохождение тока в силовой цепи на 19-й и 31-й позициях вала реостатного контроллера в положении «Ход 3» главной рукоятки.

11. На каких позициях вала реостатного контроллера и каким образом осуществляется ослабление возбуждения тяговых двигателей?

12. Какая позиция вала реостатного контроллера в положении «Ход 3» главной рукоятки является экономичной и ходовой? Почему?

13. Покажите прохождение тока в силовой цепи на 36-й позиции вала реостатного контроллера.

14. На каких позициях вала реостатного контроллера в положении «Ход 3» главной рукоятки и в каких целях снижена уставка РУТ?

15. Как осуществляется ручной пуск?

§ 45. Силовые цепи вагона Е в тормозном режиме

Тяговые двигатели постоянного тока способны переходить в генераторный режим, при котором они вырабатывают электроэнергию за счет кинетической энергии, приобретенной вагоном при разгоне. Индуцируемый в обмотках якорей ток имеет направление, обратное по сравнению с его направлением в двигательном режиме, в результате чего на валу двигателей создаются тормозные усилия. Электроэнергия, вырабатываемая в процессе торможения, поглощается в реостатах, поэтому торможение называется *реостатным*.

Регулирование скорости движения и тормозных усилий при электрическом торможении осуществляется изменением степени возбуждения тяговых машин и сопротивления пускотормозных реостатов с помощью реостатного контроллера (как в тяговом режиме).

Процесс торможения можно условно разделить на три этапа. Первый этап — торможение в зоне высоких скоростей путем ослабления возбуждения машин при максимальном сопротивлении пускотормозного реостата (1-я — 5-я позиции вала РК). Второй этап — торможение в зоне средних скоростей путем ступенчатого изменения сопротивления пускотормозного реостата (с 6-й позиции вала РК). Третий этап — торможение в зоне минимальных скоростей, при которых автоматическое поддержание тормозных усилий невозможно. На этом этапе по мере снижения скорости движения вагона происходит уменьшение тормозного усилия, поэтому для сохранения эффективности торможения осуществляется замещение электрического тормоза пневматическим (с 31-й позиции вала РК).

Для расширения диапазона скоростей начала торможения на вагонах Е применяют обмотки подмагничивания тяговых двигателей (см. § 16), что позволяет благодаря ускорению самовозбуждения машин повысить эффективность электрического тормоза.

Для создания генераторного режима силовую цепь вагона отключают от токоприемников и коробок заземления КС2 путем раз-

мыкания контактов *ЛК1*, *ЛК2*, *Т3* и *Т8* (см. табл. 2, 3 и рис. 110). При этом образуются два контура: генераторный, в который включены обмотки якорей и обмотки возбуждения (в нем вырабатывается электроэнергия), и тормозной, в который включены пускотормозные резисторы (в нем вырабатываемая энергия гасится). Генераторный контур образуется включением контакторов *Т2* и *Т7*. Тормозной контур подсоединяется к генераторному через контакты *Т6* и *Т11* в точках *к1* и *к2*, вследствие чего генераторный контур разделяется на две параллельные цепи. В одну из них включены обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3* и обмотки возбуждения тяговых двигателей *4* и *2*, а в другую — обмотки якорей двигателей *2*, *4* и обмотки возбуждения двигателей *1* и *3*. Это обеспечивает выравнивание токов в обмотках якорей обеих групп тяговых двигателей, т. е. осуществляется циклическая схема реостатного торможения (см. § 20).

Генераторный контур между обмотками якорей тяговых двигателей *2* и *4* заземлен через контакт *Т18* и катушку реле заземления *Р31*. В этом случае любая точка силовой цепи по отношению к корпусу двигателя будет иметь потенциал, не превышающий максимально-го напряжения на одном тяговом двигателе, что допустимо.

Для сбора силовой цепи вагона в тормозном режиме главную рукоятку контроллера машиниста устанавливают в тормозное положение. Таких положений три: «Тормоз 1», «Тормоз 1А», «Тормоз 2». При этом реверсивная рукоятка контроллера остается в том положении, в котором она находилась в тяговом режиме.

Положение «Тормоз 1» (подтормаживание). В этом положении главной рукоятки КВ тормозной эффект создается только при больших скоростях, достаточных для возбуждения машины. Скорость движения поезда ограничивается до определенного значения. Пускотормозной реостат введен.

Для ускорения процесса самовозбуждения тяговых двигателей, работающих в генераторном режиме, включается контактор *ТШ*; обмотки подмагничивания подключаются к токоприемникам через силовую соединительную коробку *КС1*, резистор *Л20 — Л21*, автоматический выключатель *АВ*, предохранитель *П11*, контактор *ТШ*, резисторы *Л23 — Н1*.

Одновременно происходит поворот вала переключателя положений в первое тормозное положение «ПТ1». Контакты *Т2*, *Т6*, *Т7*, *Т10*, *Т11*, *Т16*, *Т18*, *Т22* замыкаются; *Т3*, *Т4*, *Т5*, *Т8*, *Т9*, *Т17*, *Т20* размыкаются; *Т1*, *Т15* остаются замкнутыми, *Т19* и *Т21* остаются разомкнутыми (см. табл. 2), если до этого переключатель положений находился на позиции «ПП».

Вал реостатного контроллера находится на 1-й позиции, сопротивление пускотормозного реостата 3,33 Ом, возбуждение машин ослаблено до 31 %.

Рассмотрим путь прохождения тока в генераторном контуре (см. рис. 110): точка *к1* объединяет две параллельные ветви. Пер-

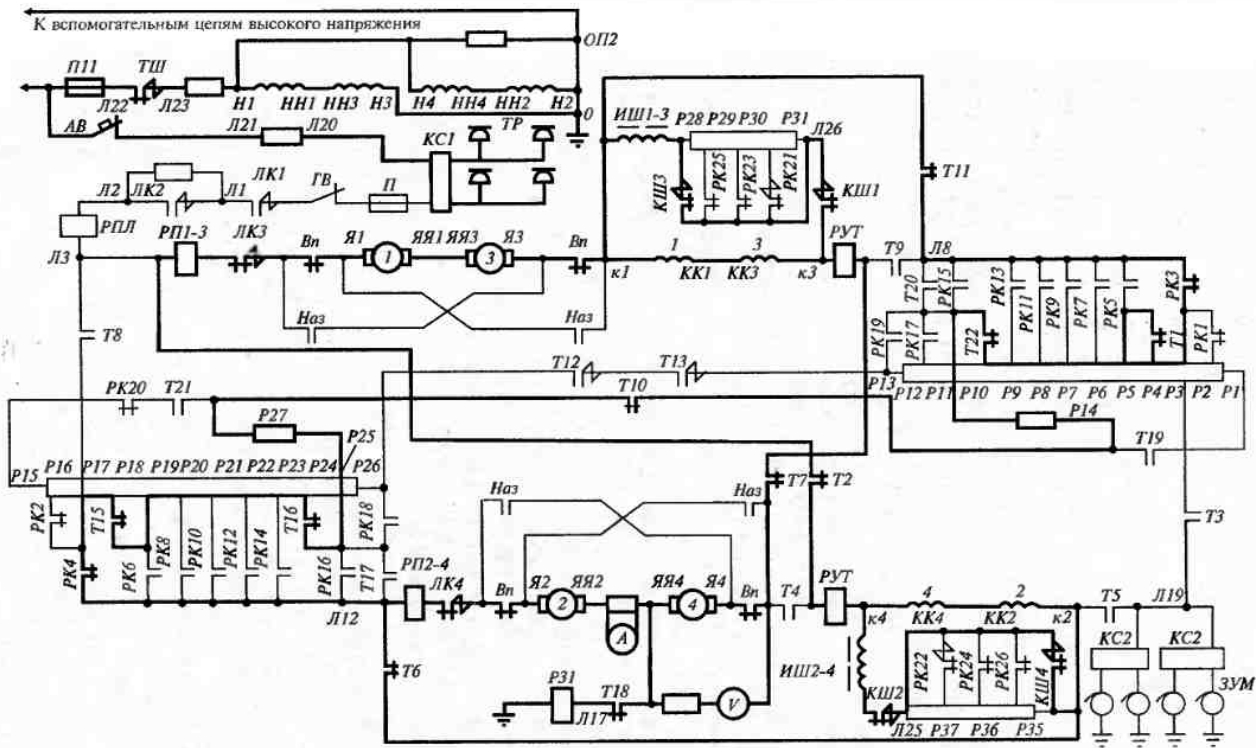


Рис. 110. Схема силовой цепи вагона Е в режиме торможения на 1-й позиции вала РК

вая ветвь — контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей 3 и 1, контакты реверсора, контакты ЛК3, катушка реле перегрузки РП1-3, контакты переключателя положений Т2, силовая катушка РУТ, точка κ4, из которой 31 % тока идет через обмотки возбуждения тяговых двигателей 4 и 2, а 69 % — по шунтирующей цепи через индуктивный шунт ИШ2-4, контакты КШ2, КШ4 в точку κ2, где токи сходятся. Вторая ветвь — точка κ1, далее 31 % тока идет через обмотки возбуждения тяговых двигателей 1 и 3, 69 % — через индуктивный шунт ИШ1-3, контакты КШ3, КШ1 в точку κ3, из которой общий ток идет через силовую катушку РУТ, контакты переключателя положений Т7, контакты реверсора, обмотку якоря тягового двигателя 4, шунт амперметра, обмотку якоря двигателя 2, контакты реверсора, контакты ЛК4, катушку РП2-4, контакты Т6 в точку κ2.

Тормозной контур подсоединяется к генераторному в точках κ1 и κ2. В тормозном контуре ток проходит по цепи: точка κ2, контакты Т6, провод Л12, контакты РК4, пускотормозные резисторы Р17 — Р18, контакты Т15, резисторы Р19 — Р24, контакты Т16, резисторы Р25 — Р27, контакты Т10, резисторы Р14 — Р11, контакты Т22, резисторы Р10 — Р5, контакты Т1, резисторы Р4 — Р3, контакты РК3, Т11, точка κ1.

Положение «Тормоз 2» (автоматическое торможение). При переводе главной рукоятки КВ в положение «Тормоз 2» начинается вращение вала реостатного контроллера, т. е. автоматическое выведение ступеней пускотормозного реостата (автоматический режим электрического торможения). На первых пяти позициях вала РК происходит постепенное усиление возбуждения при неизменном сопротивлении пускотормозного реостата. На 2-й позиции отключаются контакты КШ3 и КШ4, в результате чего возбуждение двигателей усиливается до 35 % (см. табл. 3). Путь тока по шунтирующим цепям в замкнутом генераторном контуре меняется: 35 % тока пойдет по обмоткам возбуждения двигателей 1 и 3, а 65 % — по шунтирующей цепи через ИШ1-3, резисторы ослабления возбуждения Р28 — Р29, контакты РК25, КШ1 в точку κ3 (см. рис. 108, з). Из точки κ4 35 % тока идет через обмотки возбуждения двигателей 4 и 2, а 65 % — через ИШ2-4, контакты КШ2, РК26, резисторы Р35 — κ2 в точку κ2.

На 3-й позиции вала РК размыкаются контакты РК25 и РК26, увеличивая сопротивление шунтирующей цепи и соответственно возбуждение двигателей до 44 % (см. рис. 108, в).

На 4-й позиции вала РК размыкаются контакты РК23 и РК24, возбуждение усиливается до 55 % (см. рис. 108, б).

На 5-й позиции вала РК размыкаются контакты РК21 и РК22 и возбуждение двигателей усиливается до 78 % (см. рис. 108, а).

С целью ограничения напряжения и тока на коллекторах двигателей при торможении на высоких скоростях ток срабатывания реле

РУТ на первых пяти позициях вала РК снижен до 180 А. Дальнейшее вращение вала РК, начиная с 6-й позиции, происходит при полном возбуждении двигателей и нормальной уставке РУТ (260 А).

С 6-й по 17-ю позицию вала РК из обеих групп двигателей постепенно выводятся ступени пускотормозного реостата, в результате чего тормозное сопротивление уменьшается с 3,33 до 1,18 Ом (см. табл. 3).

На 18-й позиции вала РК в тормозном контуре остаются две последовательно соединенные ступени реостата (Р11 — Р14 и Р27 — Р25) по 0,59 Ом.

На 17-й и 18-й позициях вала РК ток в генераторном контуре проходит по следующей цепи (рис. 111): первая ветвь — точка κ1, контакты реверсора, обмотки якорей двигателей 3 и 1, контакты реверсора, контакты ЛК3, катушка РП1-3, контакты Т2, силовая катушка РУТ, обмотки возбуждения двигателей 4 и 2, точка κ2; вторая ветвь — точка κ1, обмотки возбуждения двигателей 1 и 3, силовая катушка РУТ, контакты Т7, контакты реверсора, обмотка якоря двигателя 4, шунт амперметра, якорь двигателя 2, контакты реверсора, контакты ЛК4, катушка РП2-4, контакты Т6, точка κ2.

В тормозном контуре на 17-й — 18-й позициях вала РК ток проходит по цепи: точка κ2, контакты Т6, РК16, пускотормозные резисторы Р25 — Р27 (0,59 Ом), контакты Т10, пускотормозные резисторы Р14 — Р11 (0,59 Ом), контакты РК15, Т11, точка κ1.

18-я позиция вала РК является последней в режиме «ПТ1», и вал реостатного контроллера останавливается. После этого вал переключателя положений поворачивается в положение «ПТ2». В результате замыкаются и размыкаются контакты переключателя положений согласно табл. 2. Замыкание контактов Т19 приводит к тому, что параллельно резистору Р11 — Р14 подключается группа последовательно включенных резисторов Р1 — Р4 и Р5 — Р11, а замыкание контактов Т21 обеспечивает подключение параллельно резистору Р25 — Р27 группы последовательно включенных резисторов Р15 — Р18 и Р19 — Р25. В результате 18-я позиция вала РК становится 19-й и общее сопротивление пускотормозного реостата становится равным 1,04 Ом.

На 19-й позиции вала РК в генераторном контуре ток проходит по цепи, аналогичной цепи, соответствующей 18-й позиции вала РК при положении «ПТ1». Цепь прохождения тока в тормозном контуре (рис. 112): точка κ2, контакты Т6, Т17, далее две параллельные цепи: первая — резисторы Р25 — Р19, контакты Т15, резисторы Р18 — Р15, контакты РК20, Т21, вторая — резисторы Р25 — Р27, далее контакты Т10 и снова две параллельные цепи: первая — контакты Т19, резисторы Р1 — Р4, контакты Т1, резисторы Р5 — Р11, вторая — резисторы Р14 — Р11; далее контакты Т20, Т11 и точка κ1 генераторного контура.

С 19-й позиции вал реостатного контроллера вращается в обратную сторону и контакты его кулачковых контакторов замыкаются

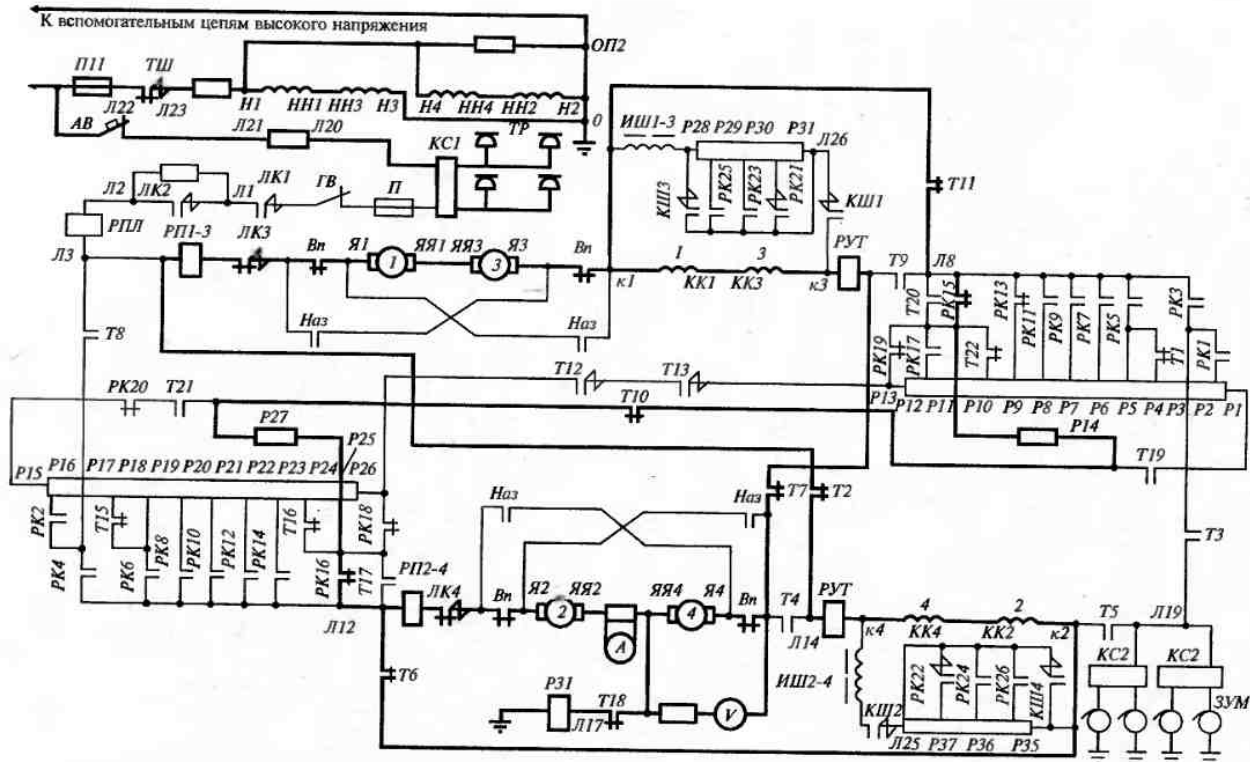


Рис. 111. Схема силовой цепи вагона Е в режиме торможения на 17-й и 18-й позициях вала РК

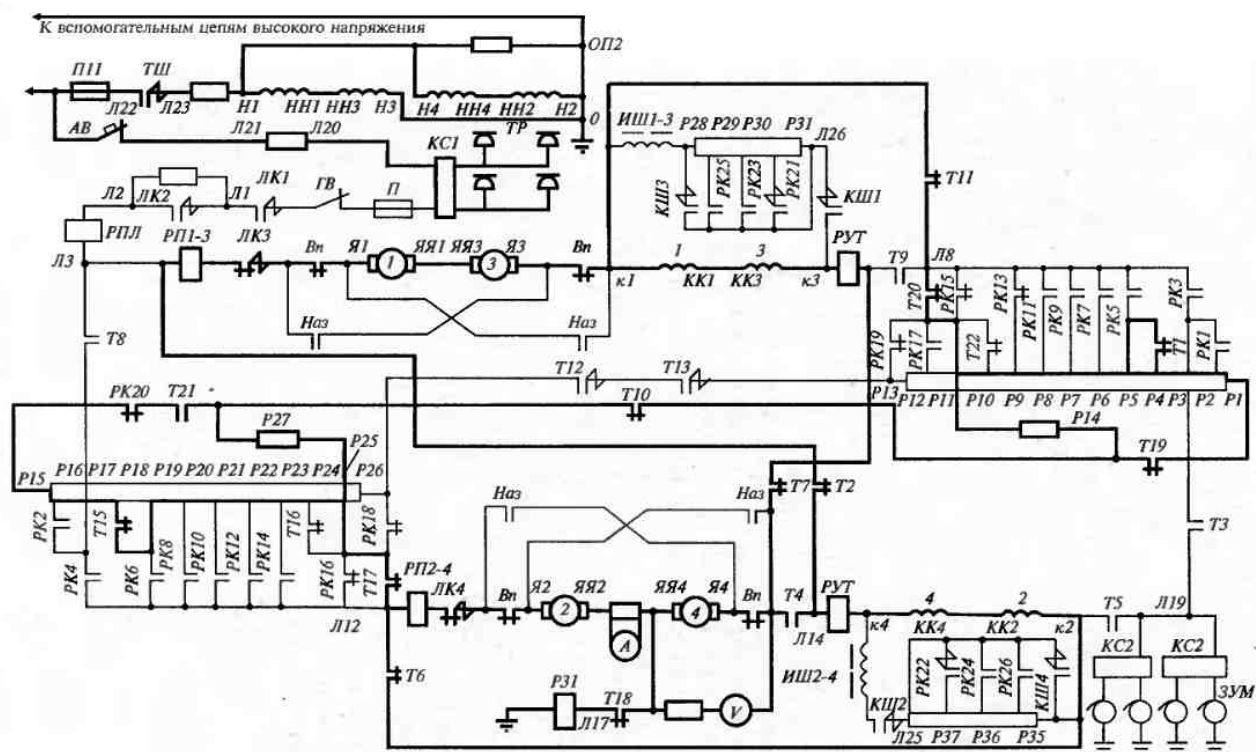


Рис. 112. Схема силовой цепи вагона Е в режиме торможения на 19-й позиции вала РК

в обратной последовательности. Сопротивление пускотормозного реостата уменьшается до 31-й позиции, на которой оно составляет, как на 32-й и 33-й позициях, 0,281 Ом (см. табл. 2).

Цепь прохождения тока на 33-й позиции в генераторном контуре будет такой же, как на 18-й позиции.

В тормозном контуре на 33-й позиции ток проходит по цепи (рис. 113): точка $\kappa 2$, контакты $T6$, далее две параллельные цепи: первая — контакты $T17$, резисторы $P25 — P27$, вторая — провод $Л12$, контакты $PK4, PK2$, резисторы $P16 — P15$, контакты $PK20, T21$; далее контакты $T10$. Снова образуются две параллельные цепи: одна — контакты $T19$, резисторы $P1 — P2$, контакты $PK1, PK3$, другая — резисторы $P14 — P11$, контакты $T20$, далее $T11$ и точка $\kappa 1$ генераторного контура.

На 33-й позиции вал реостатного контроллера останавливается.

Так как реостатный тормоз полностью остановить вагон не может поскольку слишком мал тормозной эффект (см. § 20) на малых скоростях, дотормаживание до полной остановки осуществляют пневматическим тормозом.

Пневматический тормоз включается электропневматическим вентилем замещения № 1 (ВЗ-1), который срабатывает на 32-й позиции вала РК. Это соответствует скорости вагона примерно 10 км/ч. Но так как сжатый воздух наполняет тормозные цилиндры в течение 2—2,5 с, то полное давление в цилиндрах будет тогда, когда скорость снизится до 7—5 км/ч. При такой скорости наложение пневматического тормоза на истощающийся электрический происходит плавно, без значительных рывков.

Кроме вентиля замещения № 1 на всех вагонах установлен вентиль замещения № 2 (ВЗ-2). Он должен включить пневматический тормоз в случае, если силовая цепь вагона не будет собрана для режима автоматического реостатного торможения или произойдет ее разборка в процессе электрического торможения. Признаком сборки силовой тормозной цепи служит включение линейного контактора $ЛК4$, с которым заблокирована катушка вентиля замещения № 2 (см. цепи управления).

При автоматическом режиме торможения выведение ступеней пускотормозного реостата осуществляется под контролем $РУТ$, которое при порожнем вагоне имеет две уставки: 180 А на позициях со 2-й по 5-ю и 260 А на всех остальных позициях вала реостатного контроллера. При груженом режиме уставка $РУТ$ увеличивается на 60 А.

Уменьшение уставки $РУТ$ на первых позициях выполнено для снижения напряжения на коллекторах машин (генераторов) при торможении с больших скоростей (примерно 90—70 км/ч), которое может превысить допустимое значение.

Положение «Тормоз 1А» (ручное торможение). Применяется при плохом сцеплении колес с рельсами, снижении скорости на спус-

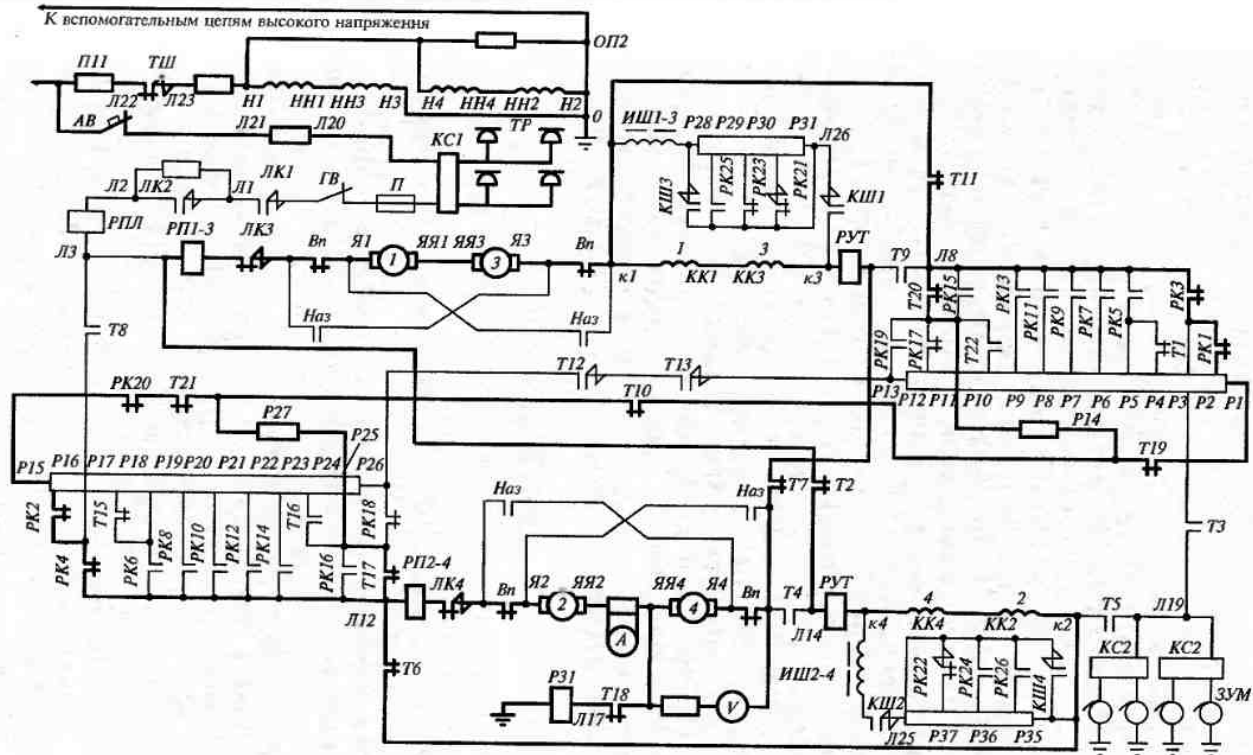


Рис. 113. Схема силовой цепи вагона Е в режиме торможения на 33-й позиции вала РК

ках, срабатывании защиты от токов перегрузки и передергивании или толчках в составе во время автоматического торможения. Ручное торможение осуществляется по усмотрению машиниста переводом главной рукоятки КВ из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А», затем снова в положение «Тормоз 1», далее — в положение «Тормоз 1А» и т.д.

При установке рукоятки контроллера в положение «Тормоз 1» собирается силовая цепь тормозного режима, как это описано выше. При переводе главной рукоятки в положение «Тормоз 1А» выводится одна ступень пускотормозного реостата. Для того чтобы вывести следующую ступень, нужно вернуть рукоятку в положение «Тормоз 1» и вновь перевести ее в положение «Тормоз 1А». Вал реостатного контроллера повернется еще на одну позицию. В зависимости от скорости перевода рукоятки из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А» и обратно в положение «Тормоз 1» и т.д. скорость выведения ступеней пускотормозного реостата меняется, но не может быть выше, чем при автоматическом торможении, так как при ручном управлении реостатным тормозом действуют те же уставки РУТ, что и при автоматическом.

Для того чтобы при ручном торможении остановить поезд, нужно рукоятку в конце торможения поставить из положения «Тормоз 1А» в положение «Тормоз 2», после чего по достижении вала реостатного контроллера 32-й позиции произойдет полное дотормаживание вагона пневматическим тормозом.

Контрольные вопросы

1. Каким образом с помощью контроллера машиниста собирается силовая цепь тормозного режима?
2. Как осуществляется электрическое торможение и почему оно называется реостатным?
3. Каково назначение генераторного и тормозного контуров? Что они включают в себя? Покажите прохождение тока в них на схеме.
4. Чем характеризуется режим «Тормоз 1»? Каким образом обеспечивается плавность начала электрического торможения?
5. Покажите прохождение тока в цепи обмоток подмагничивания. Каково назначение этой цепи?
6. Чем характеризуется режим «Тормоз 2»? Почему он называется автоматическим?
7. Какие изменения происходят на первых пяти позициях вала реостатного контроллера в тормозном режиме?
8. На какой позиции в тормозном режиме останавливается вал РК? Почему?
9. Каково назначение вентиля замещения № 1 и № 2?
10. Как осуществляется ручное торможение?

§ 46. Перечень электрооборудования силовых цепей вагона Еж3

В схему силовых цепей вагона Еж3 (рис. 114) входит следующее оборудование:

четыре тяговых двигателя типа ДК-116А;
четыре рельсовых токоприемника *ТР* типа ТР-3А;
силовая коробка *КС1* типа СК-43А;
главный предохранитель *П* типа ЯП-57Б;
главный разъединитель *ГВ* типа ГВ-10Е;
27 кулачковых элементов реостатного контроллера *РК1 — РК27* типа КЭ-47, в том числе шесть кулачковых элементов *РК21 — РК26* ослабления возбуждения тяговых двигателей;

22 кулачковых элемента группового переключателя положений *Т1 — Т22*, из которых элементы *Т12* и *Т13* типа КЭ-46А с дугогашением выполняют функции мостового контактора; остальные элементы типа КЭ-47;

пять линейных индивидуальных электропневматических контакторов *ЛК1 — ЛК5* типа ПК-162А;

шесть индивидуальных электромагнитных контакторов *КШ1, КШ2, КСБ1, КСБ2, ТР1, ТР2* типа КПП-113, из них *КШ1* и *КШ2* — контакторы ослабления возбуждения двигателей, работающие в тяговом режиме; *КСБ1* и *КСБ2* — контакторы ослабления возбуждения двигателей, работающих в генераторном режиме; *ТР1* и *ТР2* — контакторы тормозного режима;

восемь кулачковых элементов реверсора типа КЭ-4 (четыре «Вп» и четыре «Наз»);

четыре катушки реле защиты *РПД, РП1-3, РП2-4, Р3-1* типа РМ-3000;

две силовые катушки реле ускорения и торможения *РУТ* типа Р-52Б;

индуктивный шунт *ИШ* типа ИШ-15А, состоящий из двух частей: *ИШ1-3* и *ИШ2-4*, включенных в цепи ослабления возбуждения соответствующих групп тяговых двигателей;

восемь ящиков пускотормозных резисторов типа КФ-47А-6;

ящик резисторов ослабления возбуждения типа КФ-50А-4;

две силовые катушки токовых реле *РТ2* и *РКТТ* типа Р-53;

четыре заземляющих устройства *ЗУМ* типа ЗУМ-1А;

две коробки заземления *КС2* типа СК-25Ж;

амперметр *А* типа М4200/500А с шунтом;

силовой тиристорный блок типа БСТ-9 из комплекта тиристорного регулятора *ТРП* типа РТ300/300А, в который входят два силовых тиристорных ключа: 1-й и 2-й группы двигателей;

датчик тока якоря *ДТ1* и датчик тока возбуждения *ДТ2* (в тиристорном ключе 1-й группы тяговых двигателей).

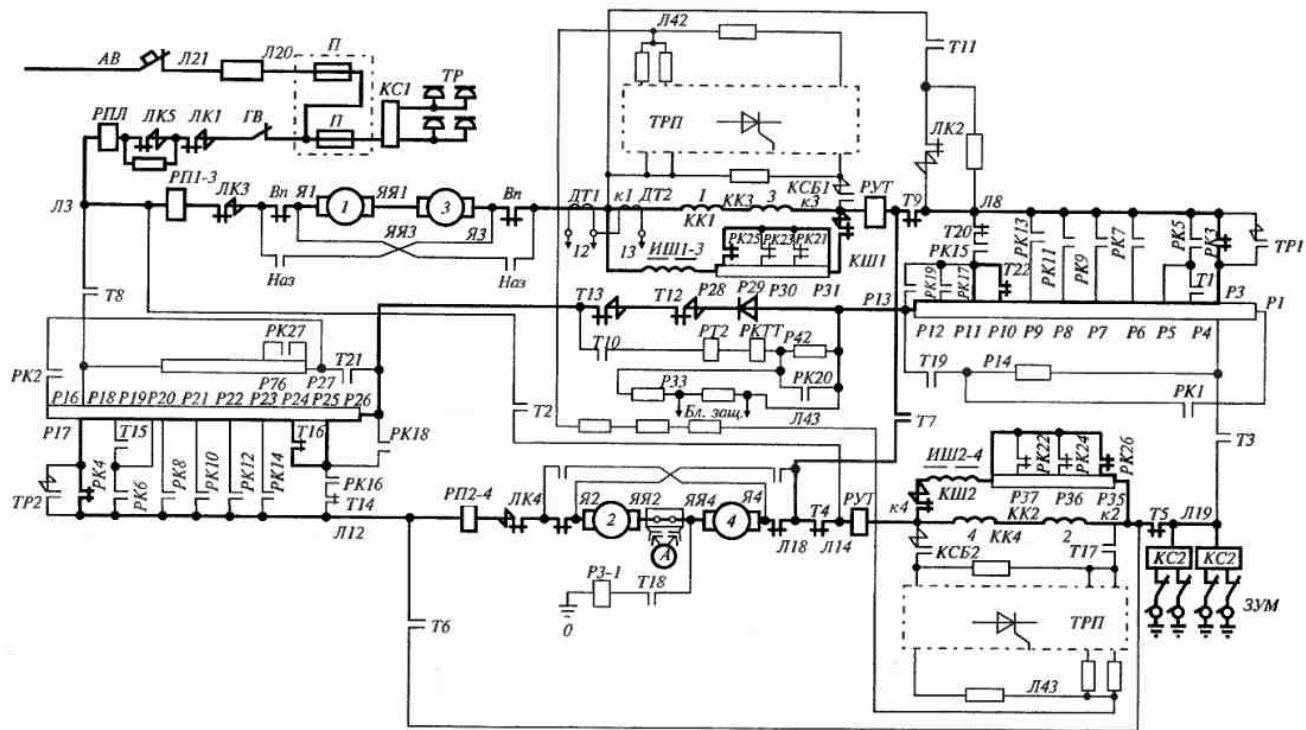


Рис. 114. Схема силовой цепи вагона Еж3 в тяговом режиме на 1-й позиции вала РК

В силовых цепях используются провода марки ПСШ-3000 (площадь сечения 120 мм²), ПС-3000 (площадь сечения 100 мм², 50 мм² и 35 мм²), коннекторы, соединительные втулки типа СВ-4А и зажимы СВ-7В.

От силовых цепей вагонов Е аналогичные цепи вагонов Еж3 отличаются наличием тиристорного регулирования возбуждения тяговых двигателей, работающих в тормозном режиме, и системы автоматического регулирования скорости (АРС), осуществляющей автоматическое торможение поезда при получении сигнала от напольных (путевых) устройств.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основное оборудование, входящее в силовую цепь вагона Еж3.
2. В чем существенное отличие силовых цепей вагона Еж3 от аналогичных цепей вагона Е?

§ 47. Силовые цепи вагона Еж3 в тяговом режиме

Пуск тяговых двигателей. Вал реостатного контроллера находится на 1-й позиции. В режиме пуска важно обеспечить комфорт для пассажиров, поэтому параметры силовой цепи выбраны таким образом, чтобы трогание вагона с места происходило плавно, без рывков. Группы тяговых двигателей соединены последовательно: контакторы переключателя положений *T4, T5, T9, T12, T13, T14, T16, T20, T22* (табл. 4) замкнуты, остальные разомкнуты; кратковременно (десятые доли секунды) замыкаются контакты *КШ1* и *КШ2*, что обеспечивает начальное ослабление возбуждения тяговых двигателей до 32%.

В цепь тяговых двигателей включен пусковой реостат с сопротивлением 4,921 Ом (табл. 5).

Разгон при последовательном соединении тяговых двигателей. При переходе реостатного контроллера на 2-ю позицию размыкаются контакты *КШ1* и *КШ2*, в результате чего цепи, шунтирующие обмотки возбуждения и состоящие из соединенных последовательно индуктивных шунтов *ИШ1-3* (*ИШ2-4*) и реостатов ослабления возбуждения, отключаются. Тяговые двигатели начинают работать с полным возбуждением. При вращении вала РК в соответствии с табл. 6 замыкаются контакторные элементы *PK1—PK19*, шунтируя поочередно секции пускового реостата.

На 17-й позиции замкнуты контакты *PK15, PK19, PK16, PK18* и ток проходит, минуя пусковой реостат. Тяговые двигатели оказываются непосредственно подключенными к контактной сети при сопротивлении пускового реостата $R_{п} = 0$ и $U_{дв} = 175$ В.

Если силовые цепи оставить без изменений, то ток тяговых двигателей и соответственно тяговое усилие двигателей по мере уве-

личения скорости будут уменьшаться. Чтобы этого не произошло, осуществляют переход с последовательного соединения групп тяговых двигателей на параллельное.

Переход с последовательного на параллельное соединение групп тяговых двигателей. При последовательном соединении групп тяговых двигателей и переходе вала реостатного контроллера на 18-ю позицию подается напряжение на привод переключателя положений и он поворачивается на позицию «ПП». Замыкаются контакты *T3*, *T8* (см. рис.103). Образуется переходная схема, в которой группы тяговых двигателей соединяются с пусковыми резисторами по схеме моста. Замыкание контактов *T3*, *T8* приводит к подключению секций пускового реостата последовательно с 1-й и 2-й группами двигателей.

Вследствие того что мостовые кулачковые контакты переключателя положений *T12* и *T13* размыкаются после замыкания *T3*, *T8*, некоторое время между параллельными вет-

Контакты		Позиция переключателя положений			
		ПС	ПП	ПТ1	ПТ2
Переключателя положений	<i>T1</i>		■		
	<i>T2</i>			■	■
	<i>T3</i>		■		
	<i>T4</i>	■			
	<i>T5</i>	■			
	<i>T6</i>			■	■
	<i>T7</i>			■	■
	<i>T8</i>		■		
	<i>T9</i>	■			
	<i>T10</i>			■	■
	<i>T11</i>			■	■
	<i>T12</i>	■	■		
	<i>T13</i>	■	■		
	<i>T14</i>	■	■		
	<i>T15</i>		■		
	<i>T16</i>	■			
	<i>T17</i>			■	■
	<i>T18</i>			■	■
	<i>T19</i>			■	■
	<i>T20</i>	■			
	<i>T21</i>			■	■
	<i>T22</i>	■			
Индивидуальные	<i>ЛК1</i>	■	■		
	<i>ЛК2</i>	■	■		
	<i>ЛК3</i>	■	■		
	<i>ЛК4</i>	■	■		
	<i>КСБ1</i>			■	
	<i>КСБ2</i>			■	
	<i>ТР1</i>			■	■
	<i>ЛК5</i>	■	■		
	<i>ТР2</i>			■	■
	<i>КШ1</i>	■		■	
<i>КШ2</i>	■		■		

Тяговый режим										Тормозной режим							
Соединение групп тяговых машин		Позиция вала РК	Позиция переключателя положений	Сопротивление, Ом	Возбуждение двигателей, %	Соединение групп тяговых машин		Позиция вала РК	Позиция переключателя положений	Сопротивление, Ом	Возбуждение двигателей, %	Соединение групп тяговых машин		Позиция вала РК	Позиция переключателя положений	Сопротивление, Ом	Возбуждение двигателей, %
Последовательное	1	ПС		4,921	32	Параллельное	19 (18)	ПП	0,97/0,946	100	Параллельное	1	ПТ1		2,365	30—100	
	2	ПС		4,921	100		20 (17)	ПП	0,97/0,946	100		2	ПТ1		2,08	100	
	3	ПС		3,851	100		21 (16)	ПП	0,97/0,946	100		3	ПТ1		1,91	100	
	4	ПС		3,135	100		22 (15)	ПП	0,97/0,756	100		4	ПТ1		1,706	100	
	5	ПС		2,65	100		23 (14)	ПП	0,78/0,756	100		5	ПТ1		1,591	100	
	6	ПС		2,283	100		24 (13)	ПП	0,657/0,756	100		6	ПТ1		1,476	100	
	7	ПС		1,94	100		25 (12)	ПП	0,557/0,533	100		7	ПТ1		1,37	100	
	8	ПС		1,75	100		26 (11)	ПП	0,557/0,31	100		8	ПТ1		1,91	100	
	9	ПС		1,56	100		27 (10)	ПП	0,334/0,31	100		9	ПТ1		1,236	100	
	10	ПС		1,337	100		28 (9)	ПП	0,144/0,31	100		10	ПТ1		1,18	100	
	11	ПС		1,44	100		29 (8)	ПП	0,144/0,12	100		11	ПТ1		0,996	100	
	12	ПС		0,891	100		30 (7)	ПП	0,144/0	100		12	ПТ1		0,865	100	
	13	ПС		0,668	100		31 (6)	ПП	0/0	100		13	ПТ1		0,754	100	
	14	ПС		0,478	100		32 (5)	ПП	0/0	78		14	ПТ1		0,629	100	
	15	ПС		0,288	100		33 (4)	ПП	0/0	55		15	ПТ1		0,495	100	
	16	ПС		0,144	100		34 (3)	ПП	0/0	44		16	ПТ1		0,409	100	
	17	ПС		0	100		35 (2)	ПП	0/0	35		17	ПТ1		0,347	100	
	18	ПС		0	100		36 (1)	ПП	0/0	35		18	ПТ1		0,285	100	

Примечание. В числителе дано сопротивление 1-й группы двигателей, в знаменателе — 2-й.

виями существует так называемый «мост». Дальнейший поворот вала переключателя положений вызывает размыкание контактов $T12$ и $T13$, при этом мост между средними точками параллельных ветвей рвется. Если точки B и D имеют одинаковый потенциал, то в цепи контактов $T12$ и $T13$ тока нет и они отключаются без искры. Это возможно только в том случае, если на группах вводимых резисторов будет такое же падение напряжения, как и на группах тяговых двигателей, что соответствует определенной расчетной скорости движения вагона. Как правило, скорость в момент перехода несколько отличается от расчетной, поэтому через мост протекает уравнивающий ток, который рвется контактами $T12$ и $T13$, имеющими дугогасительные устройства. После перехода переключателя положений на позицию «ПП» образуются две параллельные группы тяговых двигателей, в каждую из которых включены резисторы пускового реостата сопротивлением 0,97 и 0,946 Ом. Таким образом, без изменения силового тока и силы тяги изменена группировка двигателей с введением в их цепи пусковых резисторов, что дает возможность осуществлять дальнейший разгон двигателей.

Разгон при параллельном соединении групп тяговых двигателей и полном возбуждении. После переключения групп тяговых двигателей на параллельное соединение изменяется направление вращения вала реостатного контроллера. По 31-ю позицию РК структура силовой схемы не изменяется. Осуществляется уменьшение сопротивления пускового реостата от 0,97 Ом до 0 (см. табл. 5) в первой группе двигателей и от 0,946 Ом до 0 во второй. При изменении направления вращения вала РК число его регулировочных позиций уменьшилось. Большого числа регулировочных позиций не требуется, так как броски тока при переходе с одной позиции на другую находятся в допустимых пределах.

На 31 (6)-й позиции РК замыкаются контакты $PK3$ и $PK4$, пусковой реостат полностью выводится из силовой цепи и группы тяговых двигателей непосредственно подключаются к контактной сети. В этом случае к каждому тяговому двигателю прикладывается номинальное напряжение, равное 375 В.

Дальнейший разгон по этой характеристике связан с потерей тягового усилия. Для получения более высоких скоростей используется регулирование ослабления возбуждения тяговых двигателей.

Разгон при параллельном соединении групп тяговых двигателей и регулировании ослабления возбуждения. В момент перехода вала реостатного контроллера на 32-ю позицию к обмоткам возбуждения тяговых двигателей контакты $KШ1$ и $KШ2$ подключают реостат ослабления возбуждения и индуктивные шунты. В тяговом режиме предусмотрены четыре ступени ослабления возбуждения: до 78, 55, 44 и 35 %.

Переходные процессы при ослаблении возбуждения протекают сравнительно медленно, так как индуктивные сопротивления об-

моток возбуждения и индуктивных шунтов значительны. Коэффициент ослабления возбуждения $\beta = 0,35$ определяется сопротивлением части реостата, индуктивного шунта и соединительных проводов. После выхода на скоростную характеристику при ослабленном до 35 % возбуждении тяговых двигателей регулировочные свойства будут исчерпаны и дальнейший разгон двигателей происходит по этой характеристике, причем с увеличением скорости ток якоря, тяговое усилие и ускорение вагона снижаются.

Для обеспечения рассмотренных тяговых режимов реверсивную рукоятку контроллера машиниста КВ устанавливают в положение, соответствующее направлению движения «Вперед» или «Назад», а главную рукоятку — в одно из положений: «Ход 1», «Ход 2», «Ход 3».

Положение «Ход 1». Это положение главной рукоятки КВ соответствует маневровому режиму. Группы тяговых двигателей соединены последовательно, работают при ослабленном до 32 % возбуждении, в их цепь полностью введен пусковой реостат общим сопротивлением 4,921 Ом. Вал реостатного контроллера находится на 1-й позиции и его контакты *PK3*, *PK4*, *PK21—PK26* замкнуты (см. табл. 6). Вал переключателя положений находится в положении «ПС» (последовательное соединение групп тяговых двигателей). При этом замкнуты его контакты: *T4*, *T5*, *T9*, *T12*, *T13*, *T14*, *T16*, *T20*, *T22*, а остальные контакты разомкнуты (см. табл. 4). Контакты линейных контакторов *LK1*, *LK2*, *LK3*, *LK4*, *LK5* замкнуты. Ослабление возбуждения до 32 % обеспечивается замыканием контактов *KШ1* и *KШ2*, а также контактов *PK21—PK26*.

Ток проходит по цепи (см. рис. 114): «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники *TP*, силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *LK1*, *LK5*, катушки *РПЛ*, *РП1-3*, контакты *LK3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, точка *κ1*. Далее ток проходит по двум параллельным цепям: первая цепь — обмотки возбуждения двигателей *1* и *3*, точка *κ3*, вторая (шунтирующая) цепь — индуктивный шунт *ИШ1-3*, резисторы ослабления возбуждения *P28*, *P29*, контакты реостатного контроллера *PK25*, контакты *KШ1*, точка *κ3*. Из точки *κ3* ток идет через силовую катушку *РУТ*, контакты переключателя положений *T9*, контакты реостатного контроллера *PK3*, резисторы *P3—P10*, контакты переключателя положений *T22*, резисторы *P11—P13*, мостовые контакты переключателя положений *T12*, *T13*, резисторы *P26—P25*, контакты переключателя положений *T16*, резисторы *P24—P17*, контакты реостатного контроллера *PK4*, катушку реле перегрузки *РП2-4*, контакты *LK4*, реверсора, обмотку якоря двигателя *2*, шунт амперметра, обмотку якоря двигателя *4*, контакты реверсора, переключателя положений *T4*, вторую силовую катушку *РУТ* в точку *κ4*. Далее ток разветвляется на две параллельные цепи: первая — обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*,

точка *κ2*, вторая — контакты *KШ2*, индуктивный шунт *ИШ2-4*, контакты *PK26*, резисторы ослабления возбуждения *P35—κ2*, точка *κ2*. Затем из точки *κ2* ток идет через контакты *T5*, силовые коробки заземления *КС2*, устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы к «минусовой» шине тяговой подстанции.

Продолжительное движение (более 3 мин) при положении «Ход 1» главной рукоятки КВ осуществлять нельзя, так как пусковой реостат, рассчитанный на кратковременную работу под током, может нагреться и его температура превысит допустимую (400 °С). В это положение главную рукоятку контроллера машиниста устанавливают при маневровых передвижениях.

Положение «Ход 2». Чтобы увеличить частоту вращения вала тягового двигателя, необходимо повысить напряжение на его зажимах. В положении «Ход 2» это достигается выведением ступеней пускотормозного реостата. Группы тяговых двигателей соединены последовательно, как и в маневровом режиме. Переключатель положений находится в положении «ПС». Чтобы увеличить скорость движения вагона, вращают вал РК — выводят из цепи тяговых двигателей ступени пускотормозного реостата, в результате чего напряжение на зажимах двигателей увеличивается. За один оборот вала реостатного контроллера выводится 18 пусковых позиций. При переходе вала РК с 1-й позиции на 2-ю отключаются контакторы *KШ1* и *KШ2*, в результате чего возбуждение двигателей усиливается до 100 %.

На 3-й позиции вала реостатного контроллера начинается выведение ступеней пускотормозного реостата из силовой цепи: замыкаются контакты РК в последовательности, указанной в табл. 6. На 17-й позиции выводится последняя ступень реостата и напряжение на зажимах тяговых двигателей при последовательном их соединении становится наибольшим. Тяговые двигатели работают на автоматической характеристике полного возбуждения. 18-я позиция реостатного контроллера является переходной.

На 17-й и 18-й позициях цепь прохождения тока следующая (рис. 115): «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники *TP*, силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *LK1*, *LK5*, катушки *РПЛ*, *РП1-3*, контакты *LK3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей *1* и *3*, силовая катушка *РУТ*, контакты переключателя положений *T9*, *T20*, реостатного контроллера *PK15*, *PK19*, переключателя положений *T12*, *T13*, реостатного контроллера *PK18*, *PK16*, переключателя положений *T14*, катушка *РП2-4*, контакты *LK4* и реверсора, обмотка якоря двигателя *2*, шунт амперметра, обмотка якоря двигателя *4*, контакты реверсора, переключателя положений *T4*, силовая катушка *РУТ*, обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*, силовые контакты *T5*, коробка заземления

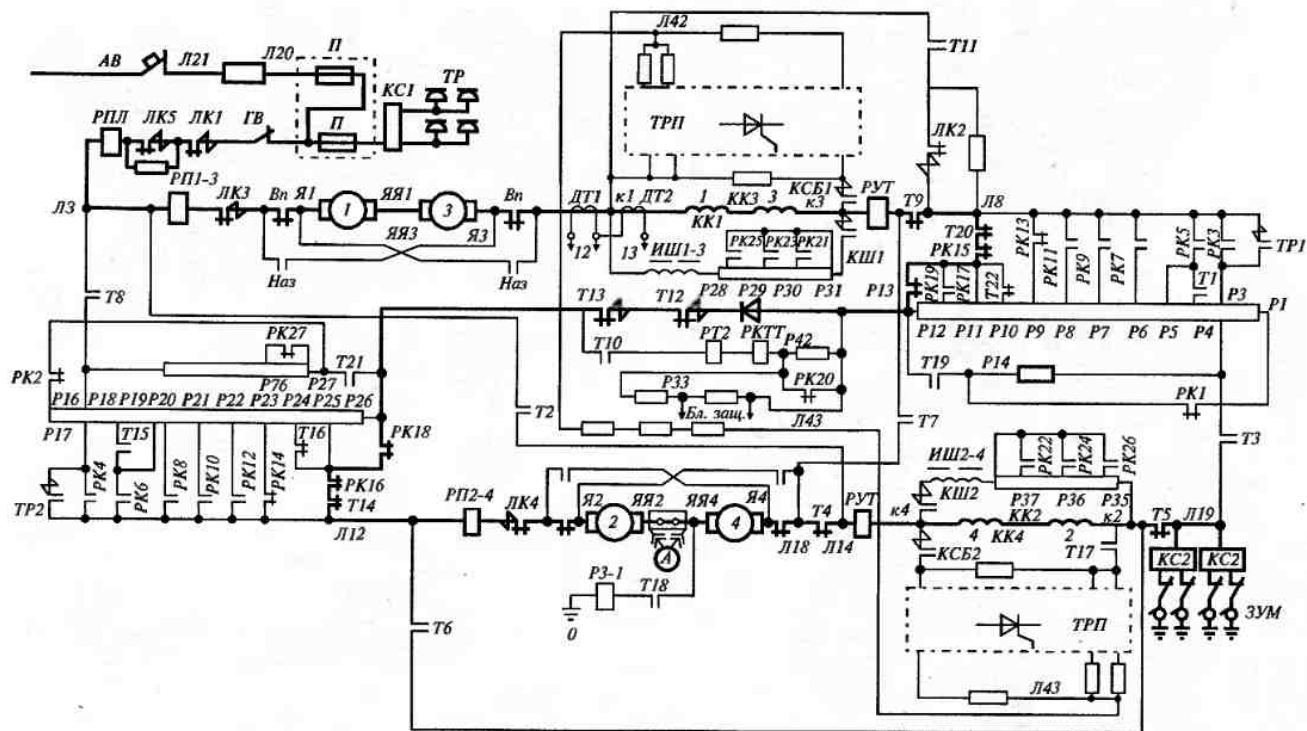


Рис. 115. Схема силовой цепи вагона Еж3 в тяговом режиме на 17—18-й позициях вала РК

КС2, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

Для повышения плавности пуска вращение вала реостатного контроллера осуществляется с 1-й по 7-ю позицию замедленно, а на остальных — ускоренно.

Положение «Ход 3». При постановке главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Ход 3» напряжение на зажимах тяговых двигателей увеличивают путем переключения групп с последовательного соединения на параллельное, переводя переключатель положений с позиции «ПС» на позицию «ПП». При этом контакты *T1*, *T3*, *T8*, *T15* замыкаются, а *T12*, *T13*, *T16*, *T22* размыкаются. Положение остальных контактов остается неизменным. Переход на позицию «ПП» происходит по схеме «моста» (см. рис. 103). Сначала замыкаются контакты переключателя положений *T8* и *T3*, подключающие резисторы *P3 — P9*, *P17 — P23* параллельно группам тяговых двигателей 1, 3 и 2, 4; затем размыкаются мостовые контакты *T12* и *T13* и группы тяговых двигателей оказываются соединенными параллельно при введенных пусковых реостатах (сопротивление реостата в первой группе двигателей 0,97 Ом, во второй — 0,946 Ом). Введение резисторов в цепи тяговых двигателей делает их переключение плавным, исключает рывки состава.

После установки переключателя положений в позицию «ПП» меняются позиции вала реостатного контроллера: 18-я становится 19-й. Ток на 19-й позиции вала реостатного контроллера проходит по цепи (рис. 116): «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники, силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *ЛК1*, *ЛК5*, катушка *РПЛ*, общая точка *Л3*, далее две параллельные ветви: первая — точка *Л3*, катушка *РП1-3*, контакты *ЛК3*, реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей 1 и 3, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей 1 и 3, силовая катушка *РУТ*, контакты переключателя положений *T9*, точка *Л8*, контакты реостатного контроллера *РК13*, резисторы *P9 — P5*, контакты переключателя положений *T1*, резисторы *P4 — P3*, контакты переключателя положений *T3*, точка *Л19*, коробки заземления *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции; вторая — точка *Л3*, контакты *T8*, резисторы *P17 — P18*, контакты *T15*, резисторы *R19 — R23*, контакты реостатного контроллера *РК14*, катушка *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя 2, шунт амперметра, обмотка якоря двигателя 4, контакты реверсора, переключателя положений *T4*, силовая катушка *РУТ*, обмотки возбуждения тяговых двигателей 4 и 2, контакты переключателя положений *T5*, силовые коробки *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

После поворота переключателя положений в позицию «ПП» вал реостатного контроллера начинает вращаться в обратном

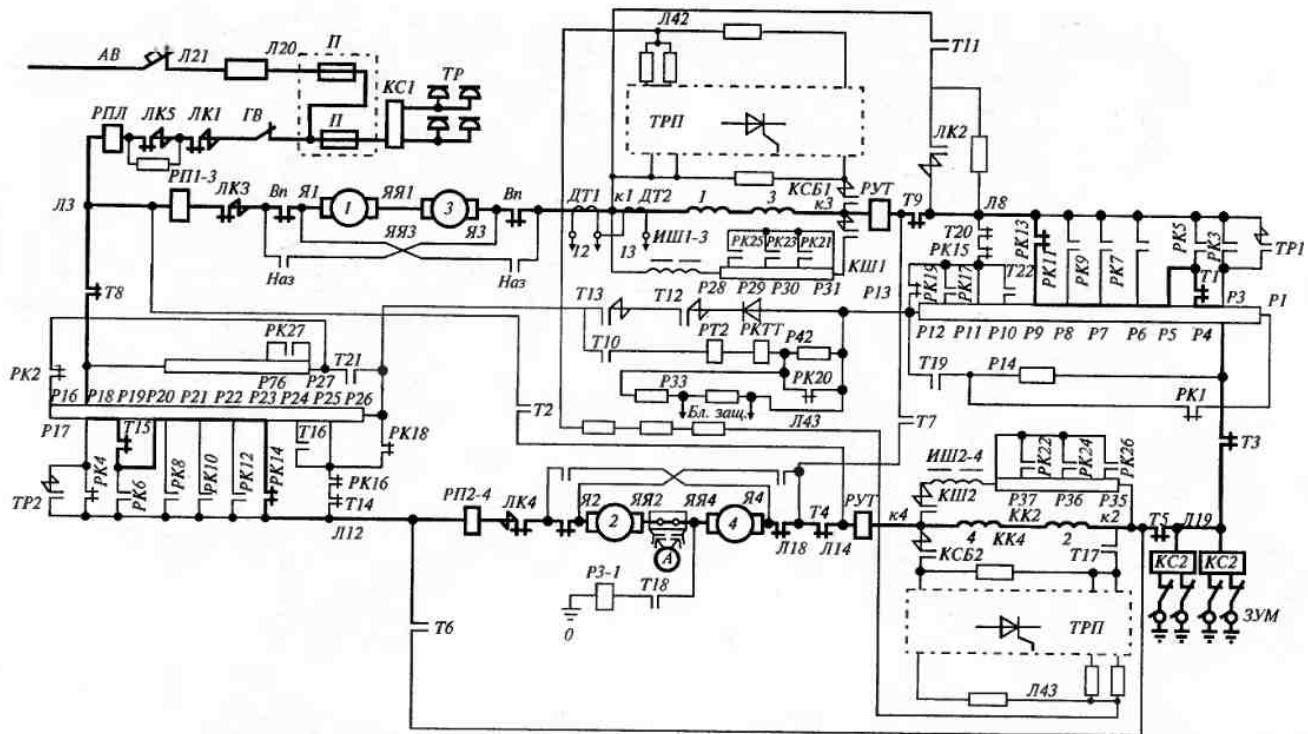


Рис. 116. Схема силовой цепи вагона Еж3 в тяговом режиме на 19-й позиции вала РК

направлении, выводя ступени пускотормозного реостата поочередно из каждой группы тяговых двигателей, что способствует смягчению толчков тягового усилия при переходе реостатного контроллера с позиции на позицию. Позиции реостатного контроллера 19-я (18-я), 20-я (17-я), 21-я (16-я) называются *строеными*, так как на них сопротивления в группах тяговых двигателей одинаковы. Строеными позиции выполнены с целью уменьшения пиков тока при переходе с последовательного соединения групп двигателей на параллельное.

На 31-й (6-й) позиции вала РК сопротивления из обеих групп тяговых двигателей выведены полностью. Эта характеристика является экономичной, возбуждение на ней 100 %.

Ток на 31-й (6-й) позиции вала РК проходит по цепи (рис. 117): «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники, коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *ЛК1*, *ЛК5*, катушка *РПЛ*, общая точка *ЛЗ*, далее две параллельные ветви: первая — катушка *РП1-3*, контакты *ЛК3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, обмотки возбуждения двигателей *1* и *3*, силовая катушка *РУТ*, контакты *Т9*, *РК3*, *Т3*, коробка заземления *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции; вторая — общая точка *ЛЗ*, контакты *Т8*, *РК4*, катушка *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя *2*, шунт амперметра, обмотка якоря двигателя *4*, контакты реверсора, переключателя положений *Т4*, силовая катушка *РУТ*, обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*, контакты *Т5*, коробки заземления *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

У реостатного контроллера 31-я (6-я) позиция не является ходовой, так как его вал продолжает вращаться, выводя ступени шунтирующего реостата ослабления возбуждения тяговых двигателей. Это приводит к уменьшению их магнитного потока, а следовательно, к дальнейшему увеличению частоты вращения валов тяговых двигателей.

На 32-й (5-й) позиции вала реостатного контроллера замыкаются контакты контакторов *КШ1* и *КШ2*, в результате чего происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей до 78 %. На последующих позициях вала РК поочередным включением контактов реостатного контроллера *РК21* — *РК26* возбуждение тяговых двигателей уменьшается: на 33-й (4-й) позиции до 55 %, на 34-й (3-й) — 44 %, на 35-й (2-й) — 35 % и 36-й (1-й) до 35 %.

На 36-й позиции вал реостатного контроллера останавливается. Тяговые двигатели работают на автоматической, экономичной характеристике параллельного соединения групп с ослабленным до 35 % возбуждением.

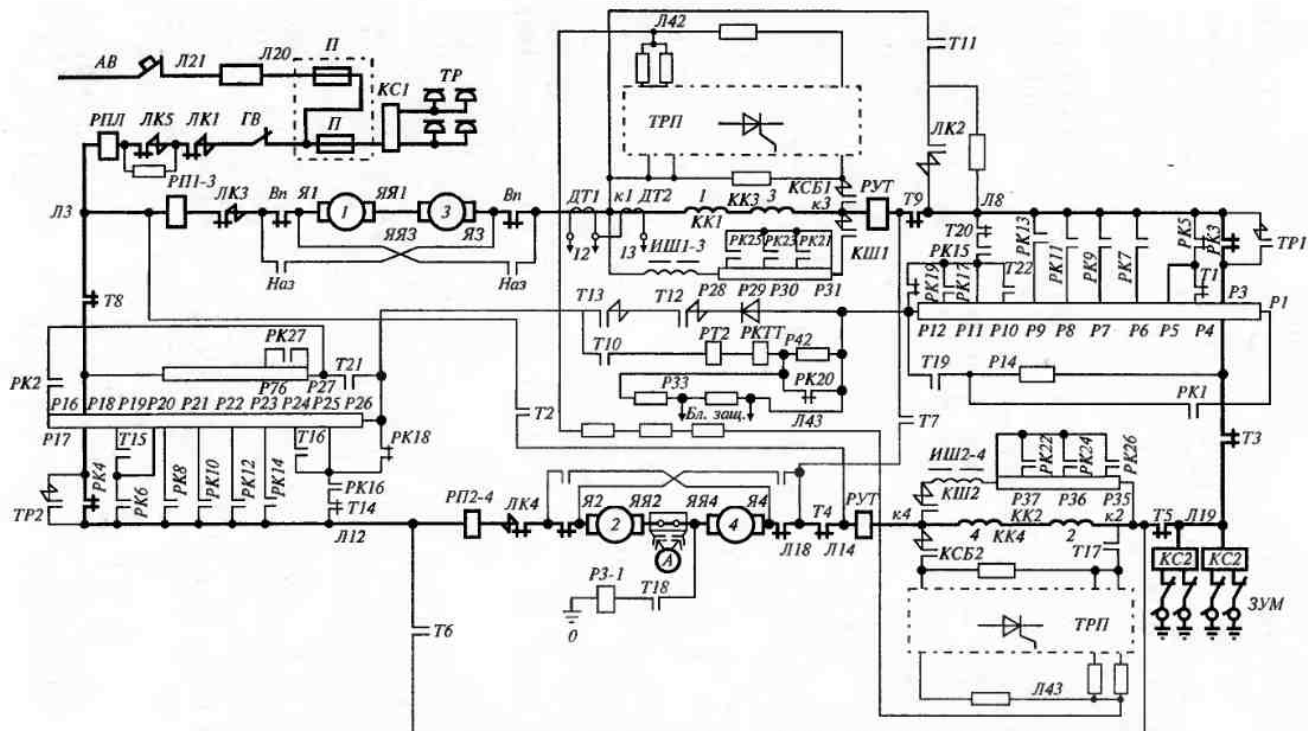


Рис. 117. Схема силовой цепи вагона Еж3 в тяговом режиме на 31-й позиции вала РК

Ток на 35-й (2-й) и 36-й (1-й) позициях проходит по цепи (рис. 118): «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники *ТР*, силовая коробка *КС1*, главный предохранитель *П*, главный разъединитель *ГВ*, контакты *ЛК1*, *ЛК5*, катушка *РПЛ*, общая точка *Л3*, затем две параллельные цепи.

Первая цепь — катушка *РП1-3*, контакты *ЛК3*, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых двигателей *1* и *3*, контакты реверсора, общая точка *к1*, далее две параллельные ветви: одна — обмотки возбуждения двигателей *1* и *3*, точка *к3*; другая индуктивный шунт *ИШ1-3*, резисторы *R28* — *R29*, контакты *РК25*, контакты *КШ1*, точка *к3*; далее — силовая катушка *РУТ*, контакты *Т9*, *РК3*, *Т3*, силовые коробки заземления *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

Вторая цепь — точка *Л3*, контакты *Т8*, *РК4*, катушка *РП2-4*, контакты *ЛК4*, контакты реверсора, обмотка якоря тягового двигателя *2*, шунт амперметра, обмотка якоря двигателя *4*, контакты реверсора, переключателя положений *Т4*, силовая катушка *РУТ*, точка *к4*, далее две параллельные ветви: одна — обмотки возбуждения двигателей *4* и *2*, точка *к2*, другая — контакты *КШ2*, катушки индуктивного шунта *ИШ2-4*, контакты *РК26*, резистор *R35*, точка *к2*, далее контакты переключателя положений *Т5*, силовые коробки заземления *КС2*, заземляющие устройства *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

По окончании пуска скорость растет до тех пор, пока сила тяги, развиваемая тяговыми двигателями, не сравняется с сопротивлением движению поезда.

Ручной пуск на ходовых положениях осуществляется так же, как на вагонах *Е* (см. с. 213).

Разбор силовой цепи тягового режима. При переводе главной рукоятки контроллера машиниста с ходовых позиций в позицию *0* отключение тяговых двигателей происходит с выдержкой времени, в течение которой вводится резистор в цепь тяговых двигателей. Последнее способствует смягчению толчка, ограничению тока якорей и в коммутационной аппаратуре (контакторах). Введение сопротивления при отключении силовой цепи осуществляется с помощью линейного контактора *ЛК5*, который отключается первым, вводя при этом в цепь двигателей резистор. Выключение остальных контакторов происходит с выдержкой времени. После отключения линейных контакторов вал реостатного контроллера возвращается на 1-ю позицию, а переключатель положений становится в позицию «*ПС*».

Контрольные вопросы

1. Как обеспечивается плавный пуск тяговых двигателей?
2. Для чего осуществляется переход групп тяговых двигателей с последовательного их соединения на параллельное?

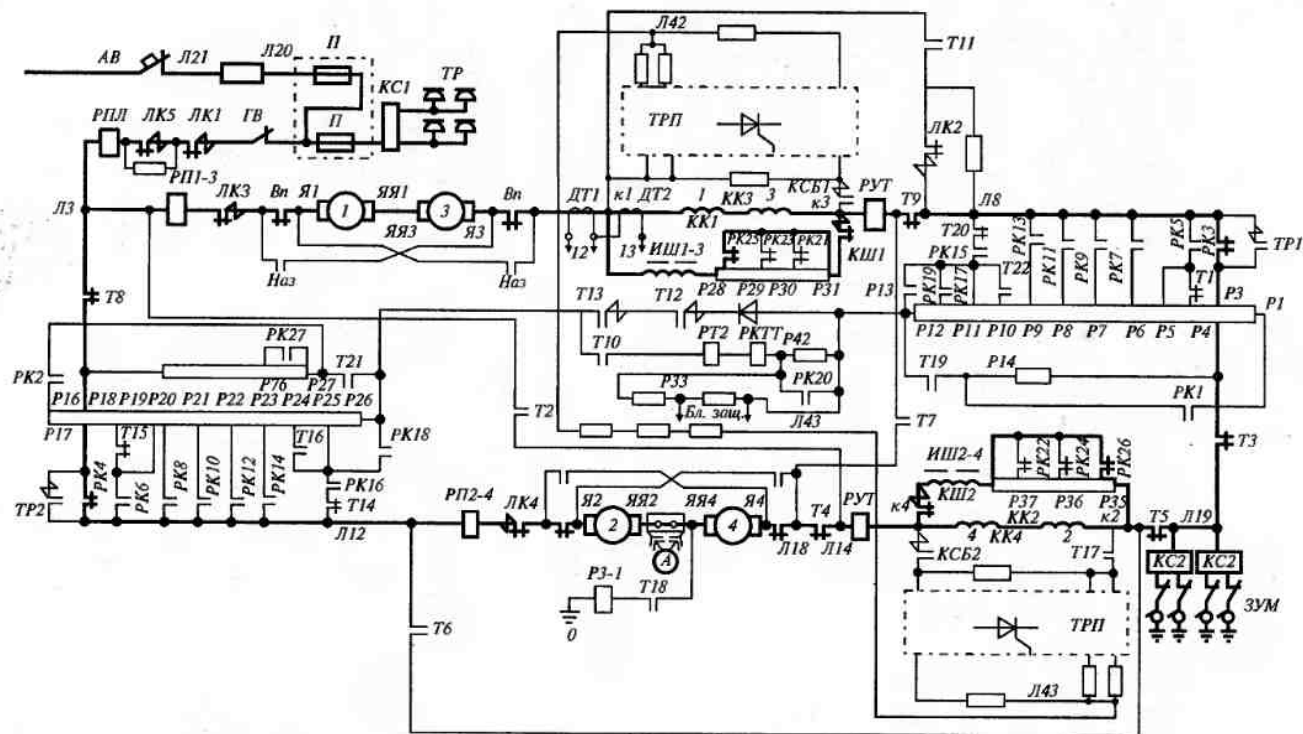


Рис. 118. Схема силовой цепи вагона ЕжЗ в тяговом режиме на 35-й — 36-й позициях вала РК

3. Что дает ослабление возбуждения тяговых двигателей в процессе разгона?

4. Покажите прохождение тока в электрической цепи при положении главной рукоятки «Ход 1».

5. Покажите прохождение тока в электрической цепи на 25-й позиции вала РК.

§ 48. Силовые цепи вагона ЕжЗ в тормозном режиме

Электрическое торможение вагонов может быть осуществлено в три приема: в зоне высоких скоростей с помощью импульсного регулирования возбуждения тяговых машин от 30 до 100 %; в зоне средних и низких скоростей путем автоматического выведения тормозного реостата и вручную путем выведения по одной ступени тормозного реостата по усмотрению машиниста (подтормаживание).

Любой из режимов электрического торможения заканчивается пневматическим дотормаживанием до полной остановки поезда путем включения вентилей замещения электрического тормоза.

При торможении с высокой скорости и полном возбуждении в генераторах возникала бы очень большая э.д.с., способная вызвать круговой огонь на коллекторе, так как напряжение между соседними коллекторными пластинами достигало бы значения, превышающего допустимое. Поэтому сначала торможение производится на ослабленном возбуждении с постепенным плавным его усилением.

При торможении с высокой скорости (более 60 км/ч) сначала начинает работать система импульсно-тиристорного регулирования (ТРИ), постепенно увеличивая возбуждение генераторов до полного. Затем отключаются контакторы *КСБ1*, *КСБ2* (рис. 119) и начинается реостатное торможение.

При торможении с низкой скорости (менее 60 км/ч) главную рукоятку КВ переводят в положение «Тормоз 2»; это приводит к отключению контакторов *КСБ1*, *КСБ2* и вал реостатного контроллера через 0,8 с начинает вращаться — происходит реостатное торможение под контролем реле *РУТ*. Выдержка времени 0,8 с необходима для самовозбуждения генераторов.

Сбор силовой цепи тормозного режима производится установкой главной рукоятки КВ в положение «Тормоз 1». При этом включаются контакторы *КСБ1* и *КСБ2*, *ЛК2* и *ЛК5*, затем *ЛК3* и последним *ЛК4* (см. табл. 4). Линейный контактор *ЛК1* отключен, что обеспечивает отсоединение силовой цепи вагона от контактного рельса.

В тормозном режиме в силовой цепи образуются два контура: генераторный и тормозной. В генераторный контур, создаваемый замыканием контактов *Т2* и *Т7*, входят четыре тяговые машины (генератора), а в тормозной — тормозные резисторы, сопротивление которых равно 2,365 Ом.

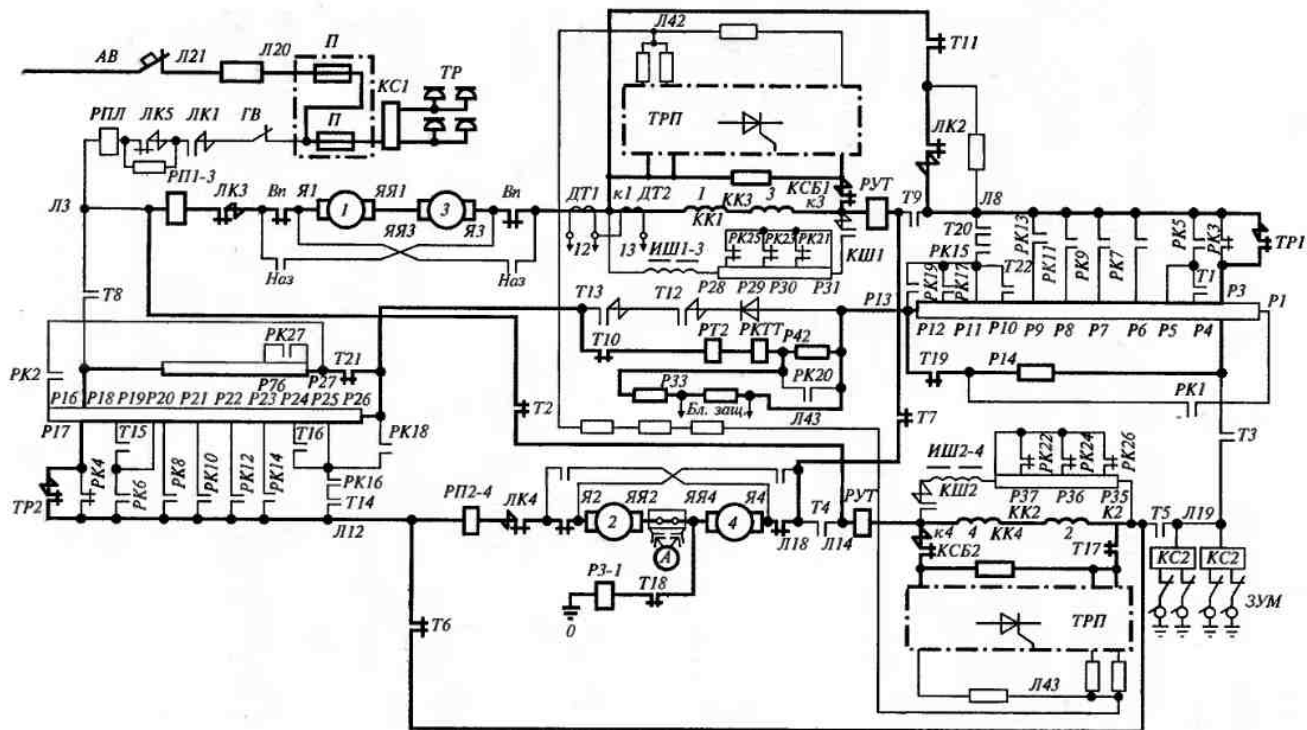


Рис. 119. Схема силовой цепи вагона Еж3 в режиме торможения на 1-й позиции вала РК

Тормозной контур подсоединяется к генераторному контактам *T11* и *T6* в точках *κ1* и *κ2*, вследствие чего генераторный контур разделяется на две параллельные цепи: в одну из них включены обмотки якорей тяговых машин *1* и *3* и обмотки возбуждения двигателей *2, 4*, в другую — обмотки якорей *2, 4* и обмотки возбуждения *1, 3*. Такая перекрестная (циклическая) схема включения обеспечивает выравнивание токов в обмотках якорей обеих групп машин при реостатном торможении.

Генераторный контур между обмотками якорей *2, 4* заземлен через контакты *T18* и катушку реле заземления *P3-1*, что фиксирует потенциал любой из тяговых машин в тормозном режиме на уровне не более 750 В.

В тормозном режиме группы тяговых машин соединены параллельно, вал реостатного контроллера вращается с 1-й по 18-ю позицию только в одном направлении.

Положение «Тормоз 1» (подтормаживание). При установке главной рукоятки КВ в положение «Тормоз 1» переключатель положений устанавливается в позицию «ПТ1», замыкаются его кулачковые контакторы *T2, T6, T7, T10, T11, T17, T18, T19, T21*; остальные контакторы остаются разомкнутыми. При этом контакты *T3, T5* отсоединяют цепи от «земли», контакты *T2, T7* образуют генераторный контур, *T6, T11* подсоединяют резисторы к генераторному контуру в точках *κ2* и *κ1*. Контакты *T18* подключают генераторный контур через катушку реле *P3-1* к «земле» (для защиты силовой цепи в случаях заземления любой ее точки в тормозном режиме, а также для снижения потенциала по отношению к «земле»). Контакты *T10* соединяют тормозные резисторы обеих групп генераторов через катушки токовых реле *PT2, PKTT*; контакты *T19* и *T21* входят в тормозной контур.

Включившиеся контакторы ослабления возбуждения генераторов *КСБ1* и *КСБ2* подключают тиристорные ключи (ТРП).

Включаются электромагнитные контакторы тормозного режима *ТР1* и *ТР2*.

Замыкаются контакты электропневматических контакторов *ЛК2, ЛК3, ЛК4 (ЛК5 — вхолостую)*.

Контакты *ЛК1* разомкнуты: они отсоединяют схему от контактного рельса.

Реостатный контроллер находится на 1-й позиции; включены его контакты *РК3, РК4 (РК21 — РК26 — вхолостую)*.

В генераторный контур входят четыре тяговые машины с обмотками возбуждения, катушки реле *РП1-3* и *РП2-4*, контакты реверсора, две силовые катушки реле *РУТ*, датчики тока *ДТ1* и *ДТ2*, контакты линейных контакторов *ЛК3* и *ЛК4*, контакты *КСБ1* и *КСБ2*, два тиристорных ключа, контакты *T2* и *T7*.

Торможение начинается с полностью введенным тормозным реостатом: сопротивление 2,365 Ом (см. табл. 5).

Положение «подтормаживание», как правило, применяется с высокой скоростью, поэтому процесс торможения происходит при действии тиристорного регулятора (уставка тока якорей 100—130 А).

Рассмотрим прохождение тока на 1-й позиции вала РК (см. рис. 119). В генераторном контуре условно принимаем точку $\kappa 1$ за «плюс». От точки $\kappa 1$ идут две параллельные цепи.

Первая — датчик тока якоря $ДТ1$, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых машин 1 и 3, контакты реверсора, $ЛК3$, катушка $РП1-3$, контакты $T2$, точка $Л14$, силовая катушка $РУТ$, точка $\kappa 4$, две параллельные ветви: одна — обмотки возбуждения тяговых машин 2 и 4, точка $\kappa 2$; другая — контакты $КСБ2$, тиристорный ключ ТРП, точка $\kappa 2$.

Вторая цепь — точка $\kappa 1$, две параллельные ветви: одна — датчик тока возбуждения $ДТ2$, обмотки возбуждения тяговых машин 1 и 3, точка $\kappa 3$; другая — тиристорный ключ, контакты $КСБ1$, точка $\kappa 3$; далее силовая катушка $РУТ$, контакты $T7$, реверсора, обмотка якоря 4, шунт амперметра, обмотка якоря 2, контакты реверсора, $ЛК4$, катушка $РП2-4$, контакты $T6$, точка $\kappa 2$, которую принимаем за «минус» генераторного контура.

В тормозном контуре образуется следующая цепь тока: общая точка $\kappa 2$, контакты $T6$, точка $Л12$, контакты $ТР2$, точка $Р17$, далее две параллельные цепи: первая цепь — резисторы $Р17 — Р26$; вторая — резисторы $Р17 — Р27$, контакты $T21$, $T10$, силовые катушки токовых реле $РТ2$ и $РКТТ$, точка $Р42$, две параллельные ветви: одна — резистор $Р42$, точка $Р13$; другая — точка $Р42$, резистор $Р33$, точка $Р13$.

Далее идут две параллельные цепи: одна — резисторы $Р13 — Р3$; другая — контакты $T19$, резисторы $Р14 — Р3$, затем контакты $ТР1$, $ЛК2$, $T11$, общая точка $\kappa 1$.

После окончания работы тиристорных ключей и отключения контактов $КСБ1$, $КСБ2$ ток в генераторном контуре на 1-й позиции вала РК проходит от точки $\kappa 1$ по двум параллельным цепям: первая — датчик тока якоря $ДТ1$, контакты реверсора, обмотки якорей тяговых машин 1, 3, контакты реверсора, контактора $ЛК3$, катушка $РП1-3$, контакты $T2$, точка $Л14$, силовая катушка $РУТ$, обмотки возбуждения тяговых машин 2, 4, точка $\kappa 2$. Вторая цепь: датчик тока $ДТ2$, обмотки возбуждения тяговых машин 1, 3, силовая катушка $РУТ$, контакты $T7$, точка $Л18$, контакты реверсора, обмотка якоря 4, шунт амперметра, обмотка якоря 2, контакты реверсора, контакты $ЛК4$, катушка $РП2-4$, контакты $T6$, точка $\kappa 2$.

В тормозном контуре на 1-й позиции вала РК после окончания импульсного регулирования возбуждения ток проходит так же, как и во время работы тиристорного регулятора.

Положение «Тормоз 2» (автоматическое торможение). В этом положении главной рукоятки происходит выведение ступеней тормозного реостата под контролем реле РУТ. Цепь тока на 18-й позиции вала РК (рис. 120) в генераторном контуре та же, что и в

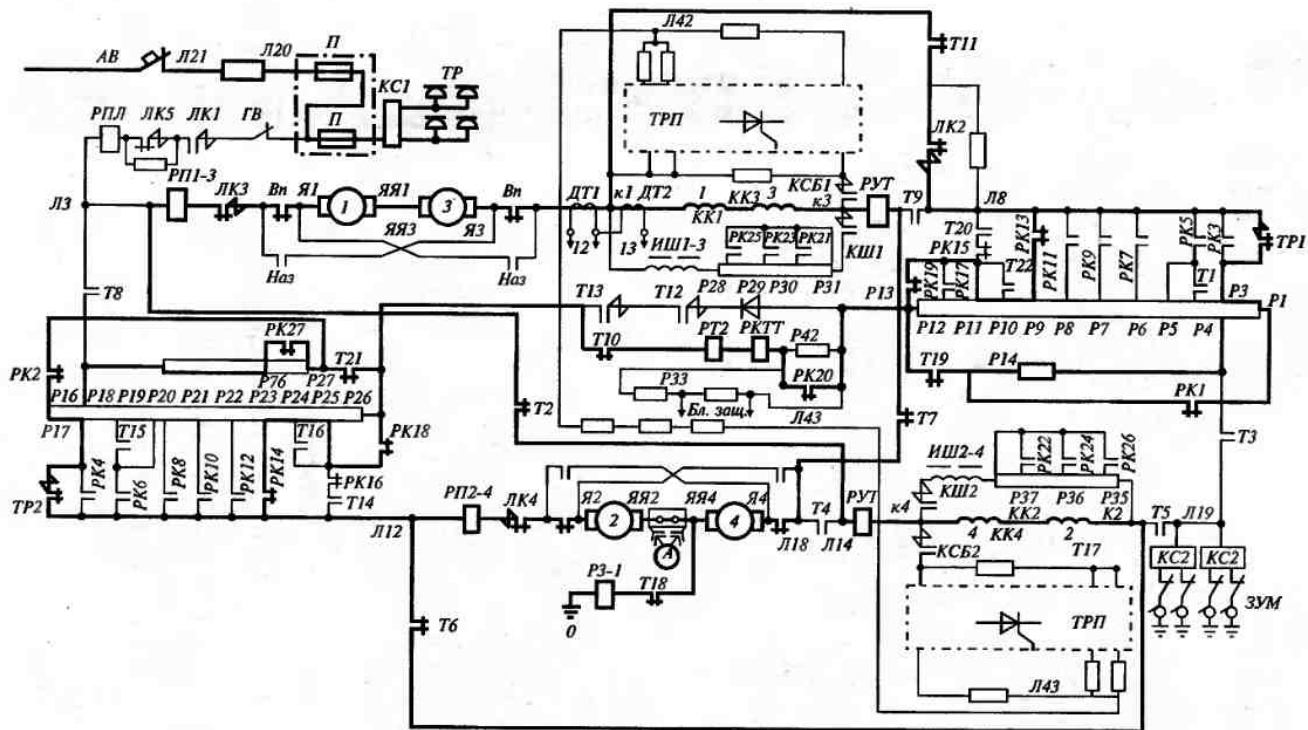


Рис. 120. Схема силовой цепи вагона Еж3 в режиме торможения на 18-й позиции вала РК

§ 49. Общие сведения о схеме цепей управления

положении «Тормоз 1» с отключенными тиристорными ключами. В тормозном контуре на 18-й позиции ток идет по цепи; точка $\kappa 2$, контакты $T6$, точка $L12$, три параллельные цепи: первая — контакты $PK14$, резисторы $P23—P25$, контакты $PK18$, точка $T21$; вторая — контакты $TP2$, резисторы $P17—P16$, контакты $PK2$, $T21$; третья — контакты $TP2$, резисторы $P17—P76$, контакты $PK27$, $T21$. Далее ток идет по цепи — контакты $T10$, катушки реле $PT2$, $PKTT$, контакты $PK20$, точка $P13$ и от нее по трем параллельным ветвям: первая — контакты $PK19$, резисторы $P11—P9$, контакты $PK13$, общая точка $L8$; вторая — контакты $T19$, $PK1$, резисторы $P1—P3$, контакты $TP1$, точка $L8$; третья — контакты $T19$, резисторы $P14—P3$, контакты $TP1$, точка $L8$; далее — контакты $LK2$, $T11$, общая точка $\kappa 1$.

Таким образом, на 18-й позиции вала РК в тормозном режиме в силовой цепи остаются три параллельно соединенных резистора и последовательно с ними еще три параллельно соединенных резистора. Общее суммарное сопротивление этих резисторов составляет 0,285 Ом. Это исключает замыкание генераторов накоротку.

Положение «Тормоз 1А» (ручное торможение). Машинист, переводя главную рукоятку КВ из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А» и обратно в «Тормоз 1» может по своему усмотрению выводить по одной ступени тормозного реостата. Скорость выведения ступеней не может быть выше, чем при автоматическом торможении. При торможении со скорости более 60 км/ч происходит импульсное регулирование возбуждения, а менее 60 км/ч — реостатное торможение. Ток в генераторном и тормозном контурах в обоих случаях проходит так же, как и в положении «Тормоз 1». На 3-й позиции РК отключаются контакторы ослабления возбуждения $KCB1$, $KCB2$.

Разбор цепей торможения. Если в процессе торможения поступает команда на разбор силовой цепи, то первыми отключаются контакты $LK2$, в результате чего в тормозной контур вводится дополнительное сопротивление 1,73 Ом. После этого размыкаются контакты $LK3$ и $LK4$. Введение сопротивления в тормозной контур позволяет смягчить инерционные толчки поезда при торможении и улучшить условия коммутации тяговых машин и аппаратов.

Контрольные вопросы

1. Почему электрическое торможение начинают при ослаблении возбуждения тяговых машин?
2. Почему на вагонах Еж3 используется тиристорно-импульсное регулирование возбуждения?
3. В каких случаях главную рукоятку КВ устанавливают в положения: «Тормоз 1», «Тормоз 1А», «Тормоз 2»?
4. Покажите прохождение тока в генераторном контуре.
5. Покажите прохождение тока в тормозном контуре на 12-й позиции вала РК.

В схеме цепей управления принято обозначать провода следующим образом. Все провода, не разделенные каким-либо элементом аппарата (катушкой, контактами, предохранителем), имеют общий номер. Провода, выходящие в междувагонные соединения, с помощью которых осуществляется параллельное соединение цепей управления нескольких вагонов, обычно обозначают цифрами, а провода схемы в цепях данного вагона, не выходящие в междувагонные соединения, — цифрами с буквенным индексом. Провода одной цепи, проходящие от поездного провода через ряд блок-контактов, обычно имеют то же цифровое обозначение, что и поездный провод с разными буквенными индексами в алфавитном порядке.

Цепи управления обеспечивают следующее:

- подключение тяговых двигателей к контактному рельсу при пуске;
 - регулирование напряжения на зажимах двигателей;
 - регулирование возбуждения двигателей;
 - переключение двигателей в режим электрического торможения;
 - выключение двигателей — переход на выбег с режима тяги или торможения;
 - реверсирование двигателей для изменения направления движения вагона;
 - отключение двигателей при аварийных режимах.
- На вагонах метрополитена принята косвенная система управления, при которой все необходимые переключения в силовой цепи производятся индивидуальными и групповыми контакторами, управляемыми дистанционно с помощью контроллера машиниста. Процесс пуска и торможения (выведение ступеней пускотормозного реостата, регулирование возбуждения и т. д.) происходит автоматически, без участия машиниста, который только включает и выключает цепи управления.

Косвенная система управления позволяет осуществлять управление всеми вагонами поезда из одной кабины машиниста, т. е. управление поездом по системе многих единиц (рис. 121). Для этого по всему составу через электроконтактные коробки (ЭКК) автоцепок вагонов проложены поездные провода, к которым параллельно подсоединены контроллеры машиниста КВ и другие аппараты управления всех вагонов поезда (вагонные цепи).

В случае неисправности в цепях управления или силовых цепях вагонные провода неисправного вагона отсоединяют от поездных разъединителем цепей управления РЦУ. В результате тяговые двигатели неисправного вагона отключаются, но состав в целом продолжает работать.

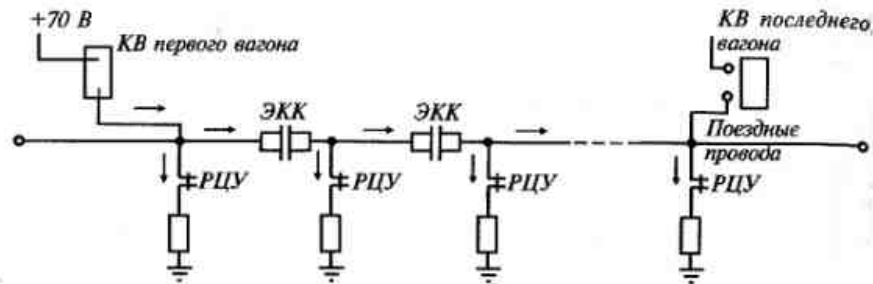


Рис. 121. Принципиальная схема цепей управления поездом по системе многих единиц

При управлении вагонами по системе многих единиц рукоятки всех контроллеров должны находиться в нулевом положении, за исключением рукоятки того вагона, из которого машинист осуществляет управление. Изменение положения рукоятки контроллера машиниста на головном вагоне вызывает практически одновременное включение одноименных аппаратов во всех остальных вагонах поезда.

Для уменьшения размеров и упрощения аппаратов цепей управления, а также для большей безопасности обслуживающего персонала в цепи управления подается низкое напряжение от вагонных аккумуляторных батарей, соединенных друг с другом параллельно. Плюсовые выводы аккумуляторных батарей соединяются с низковольтными цепями проводами 10 и Б2.

Вагоны оборудованы системой резервного управления. В случае возникновения неисправностей в основных цепях управления машинисту нет необходимости выявлять и устранять их, на что требуется определенное время: он может перейти на управление поездом с помощью контроллера резервного пуска.

Назначение реле и контакторов цепей управления. В цепях управления вагонов (рис. 122, а также см. рис. 123) используются различные реле¹.

Реле ускорения и торможения RUT служит для регулирования процесса автоматического пуска и торможения тяговых двигателей и контролирует выведение ступеней пускотормозного реостата в зависимости от значения тока в силовой цепи. В цепи управления вагона включены подъемная, регулировочная и авторежимная катушки (две силовые катушки включены соответственно в силовые цепи).

Подъемная катушка $RUT_{под}$ между позициями вала РК притягивает якорь, силовая же катушка удерживает якорь реле до тех пор,

¹ Установки реле даются в «Нормах допусков и износов оборудования вагонов метрополитенов».

пока ток в силовой цепи не упадет до значения тока уставки RUT . Регулировочная катушка $RUT_{рег}$ изменяет ток уставки автоматически в зависимости от режима работы тяговых двигателей. Магнитный поток регулировочной катушки может менять свою полярность, усиливая или ослабляя основной магнитный поток, создаваемый силовыми катушками RUT . В первом случае уставка RUT понижается (180 А), во втором — повышается (320 А). Если магнитный поток регулировочной катушки отсутствует (катушка отключена), то уставка RUT определяется только магнитным потоком силовых катушек и равна 260 А.

Авторежимная катушка $RUT_{авт}$, имея направление магнитного потока противоположное направлению магнитных потоков силовых и подъемной катушек, увеличивает уставку RUT в зависимости от загрузки вагона. Включается авторежимная катушка в тормозном режиме.

При максимальной нагрузке вагона по авторежимной катушке $RUT_{авт}$ будет проходить максимальный ток и ее магнитный поток, направленный против магнитного потока силовых катушек, максимально увеличит уставку RUT . В случае отсутствия нагрузки по авторежимной катушке RUT ток проходить не будет и минимальная уставка $RUT_{авт}$ определится только магнитным потоком ее силовых катушек.

Таким образом, ток уставки RUT регулируется с помощью регулировочной и авторежимной катушек.

Реле заземления $PЗ-2$ служит для определения вагона, на котором не собралась электрическая цепь. В этом случае в кабине управления при ходовом или тормозном положении главной рукоятки контроллера машиниста горит вполнакала красная сигнальная лампа. Для определения неисправного вагона импульсным выключателем $KУ8$ «Сигнализация» подают напряжение на катушку $PЗ-2$, вызывая искусственное срабатывание реле перегрузки (см. рис. 80). На вагоне, где не собралась электрическая цепь, срабатывает реле $PП$, загорается зеленая сигнальная лампа, вагонные провода отключаются от поездных (см. § 60).

Реле времени $PВ1$ служит для управления работой электродвигателя $СДРК$ реостатного контроллера. Его контакты включены в цепь обмотки возбуждения $СДРК$. Реле обеспечивает выдержку времени при отключении обмоток возбуждения серводвигателя реостатного контроллера, что необходимо для действия электрического тормоза, останавливающего $СДРК$ на позиции.

Реле времени $PВ2$ предназначено для обеспечения выдержки времени при отключении линейных контакторов $LК1$, $LК3$, $LК4$ после отключения $LК2$ путем снятия питания с катушки контактора $P1-5$.

Контактор проводов 1 и 5 ($P1-5$) служит для обеспечения отключения линейных контакторов $LК1$, $LК3$, $LК4$ только после того, как отключится $LК2$.

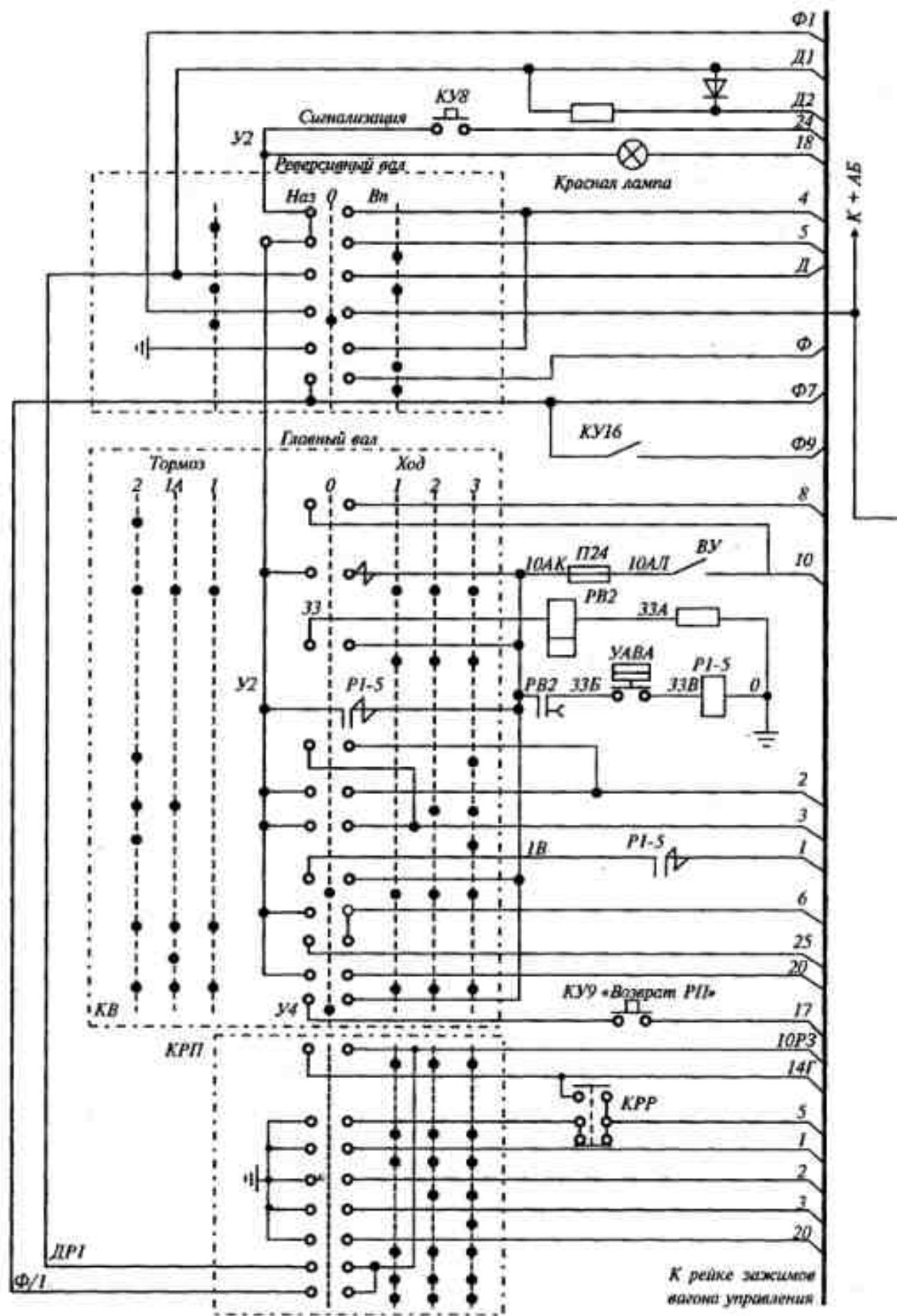
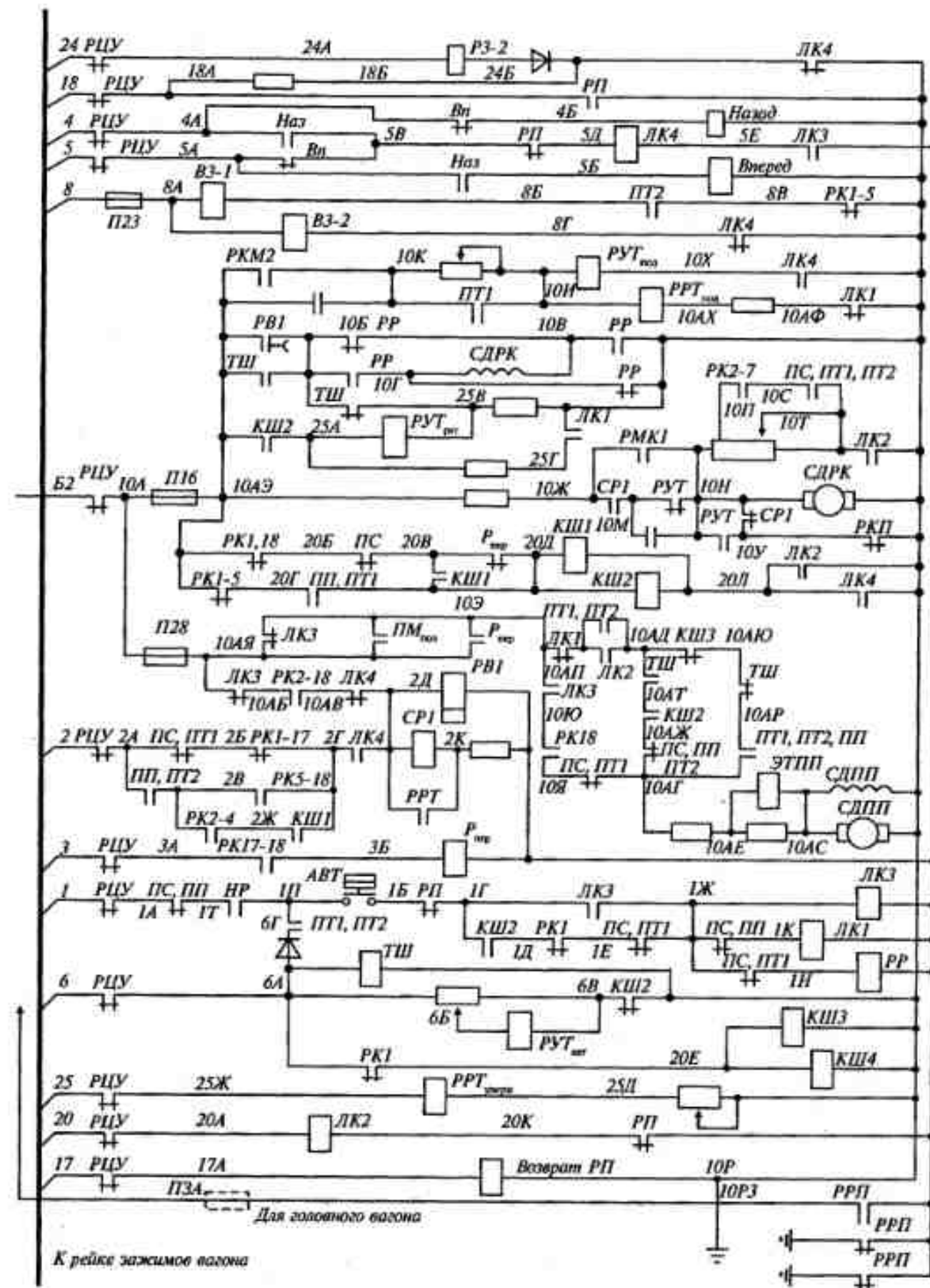


Рис. 122. Схема цепей управления вагона Е



Реле резервного пуска *РРП* предназначено для переключения цепей управления в резервное положение.

Реле *СП1* служит для управления вращением вала реостатного контроллера.

Реле ручного торможения *РРТ* предназначено для обеспечения ручного торможения путем шунтирования катушки *СП1*, что вызывает торможение якоря *СДРК*. Реле имеет две катушки: подъемную *РРТ_{под}* и удерживающую *РРТ_{удерж}*.

Реле реверсирования *РР* служит для изменения направления тока в обмотках возбуждения *СДРК* (для изменения направления вращения вала реостатного контроллера).

Реле перехода *Р_{пер}* предназначено для управления переходом переключателя положений из положения «ПС» в положение «ПП» и из положения «ПТ1» в положение «ПТ2», а также для обеспечения включения контакторов *КШ1* и *КШ2*, если главная рукоятка контроллера машиниста поставлена сначала в положение «Ход 2», а затем в положение «Ход 3».

Реле возврата реле перегрузки «Возврат РП» служит для восстановления реле перегрузки после того, как оно сработает.

Дополнительно на вагоне Еж3 применены следующие реле:

реле времени *РВТ* — для обеспечения выдержки времени в отключении линейных контакторов *ЛК3* и *ЛК4* после отключения контактора *ЛК2*;

контактор *К25* — для разрыва цепи питания провода 25 при торможении от устройств АРС;

реле *РПП1* — для управления переходом переключателя положений с положения «ПП» и тормозного «ПТ1» и «ПТ2» в положение «ПС»;

реле уставок *РУ* — для изменения и регулирования уставок тока якоря при торможении;

реле управления полем *РУП* — для обеспечения четкой работы тиристорных ключей; реле отключается с выдержкой времени 0,6 — 0,7 с, необходимой для питания ключей во время нахождения их в рабочем положении (после их отключения);

реле контроля тормозного тока *РКТТ* — для контроля наличия эффективного тормозного тока. При максимальной загрузке вагона по авторежимной катушке *РКТТ* ток проходить не будет, поэтому максимальная уставка *РКТТ* определяется только магнитным потоком ее силовой катушки. В случае отсутствия загрузки вагона по авторежимной катушке *РКТТ* будет проходить максимальный ток и ее магнитный поток, действуя с магнитным потоком силовой катушки «согласно», сделает уставку *РКТТ* минимальной. Реле имеет две уставки: одну на включение, другую на отключение. При тормозном токе, меньшем уставки на включение реле, или при снижении его до тока отпадания якоря контакты реле обеспечивают срабатывание электропневматического клапа-

на, в результате чего вступает в действие экстренный пневматический тормоз;

реле торможения *РТ2* — для контроля наличия первичного тормозного тока. Если ток ниже уставки реле, то контакты реле создают цепь включения вентиля замещения *ВЗ-2*, в результате чего вступит в действие пневматический тормоз (при нахождении РК на 1-й позиции).

Назначение поездных проводов. На вагоне Е поездные провода имеют следующее назначение:

Номер провода	Назначение провода
1	Маневровый тяговый режим («Ход 1»)
2	Автоматический пуск при последовательном соединении тяговых двигателей. Вращение вала РК с 1-й по 18-ю позицию («Ход 2»)
3	Автоматический пуск при параллельном соединении тяговых двигателей. Вращение вала РК в обратном направлении с 18-й (19-й) по 1-ю (36-ю) позицию («Ход 3»)
4	Ход «Назад»
5	Ход «Вперед»
6	Сбор цепи тормозного режима («Тормоз 1»)
7	Автоматический пуск при последовательном соединении тяговых двигателей. Вращение вала РК с 1-й по 18-ю позицию («Ход 2»)
8	Замещение электрического тормоза пневматическим. Вентили замещения № 1 и 2
9	«Плюс» аккумуляторной батареи
10	«Плюс» аккумуляторной батареи
	Б2 «Плюс» аккумуляторной батареи
11	Аварийное освещение
12	Закрытие дверей резервное
13	Радиооповещение пассажиров в поезде через информатор
14	Резервное управление поездом
15	Сигнализация о положении дверей
16	Закрытие дверей
17	«Возврат РП»
18	Красная сигнальная лампа РП
19	УЭСПМ (устройство экстренной связи «Пассажир-машинист»)
20	<i>ЛК2</i> («сброс» с ходовых позиций)
21	Маневровый тяговый режим («Ход 1»)
22	Включение мотор-компрессоров
23	Резервное включение мотор-компрессоров
24	Принудительное срабатывание РП на неисправном вагоне (сигнализация о неисправности)

25	Ручное торможение
26	УЭСПМ
27	«Освещение включено»
28	«Освещение выключено»
29	Ход «Назад»
30	Ход «Вперед»
31	Открытие левых дверей
32	Открытие правых дверей

На вагоне Еж3 назначение поездных проводов следующее:

Номер провода	Назначение провода
1	Маневровый тяговый режим («Ход 1»)
2	Автоматический пуск при последовательном соединении групп тяговых двигателей. Вращение вала РК с 1-й по 18-ю позицию («Ход 2»)
3	Автоматический пуск при параллельном соединении групп тяговых двигателей. Вращение вала РК в обратном направлении с 19-й (18-й) по 36-ю (1-ю) позицию («Ход 3»)
4	Ход «Назад»
5	Ход «Вперед»
6	Тормозной режим
7	Маневровый тяговый режим («Ход 1»)
8	Замещение электрического тормоза пневматическим
9	Управление АРС
10	«Плюс» аккумуляторной батареи
11	Аварийное освещение
12	Резервное закрытие дверей
13	Радиооповещение пассажиров в поезде
14	Резервный пуск
15	Сигнализация о положении дверей
16	Закрытие дверей
17	Возврат РП
18	Красная сигнальная лампа РП
19	УЭСПМ
20	Отключение силовой цепи
21	Управление АРС
22	Включение мотор-компрессоров
23	Резервное включение мотор-компрессоров
24	Сигнализация о неисправностях
25	Ручное торможение
26	УЭСПМ
27	«Освещение включено»
28	«Освещение выключено»

29	Замещение электрического тормоза пневматическим
30	Шунтирующая катушка РКТТ
31	Открытие дверей левых
32	Открытие дверей правых

Поездные и вагонные провода соединяют специальными зажимами СК-5А, которые смонтированы на четырех деревянных рейках.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение цепей управления?
2. Почему система управления называется косвенной?
3. В чем сущность управления поездом по системе многих единиц?
4. Перечислите реле, используемые в цепях управления.
5. Какие катушки имеют реле ускорения и торможения РУТ и каково их назначение?
6. Каково назначение контактора $P1-5$ и реле $PВ-2$?
7. Каково назначение $P_{пер}$ и PP ?

§ 50. Цепи управления вагона Е в тяговом режиме

Положение «Ход 1». При установке главной рукоятки КВ в положение «Ход 1» включаются кулачковые контакторы главного вала ($У2 - 10АК$) (см. рис. 122), ($33 - 10АК$), ($У2 - 20$). Остается включенным кулачковый контактор ($10АК - 1В$), который замкнулся на нулевом положении.

На реверсивном валу включен кулачковый контактор провода 5 или 4. Вал переключателя положений находится в положении «ПС», вал реостатного контроллера — на 1-й позиции.

После включения контактора ($У2 - 10АК$) на пульте управления кабины машиниста загорается красная лампа, которая получает питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24, контакты ($10АК - У2$), провод У2. Красная сигнальная лампа, провод 18, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 18, и далее на каждом вагоне — рейка зажимов, контакты РЦУ, резистор ($18А - 18Б$), размыкающие блок-контакты ЛК4 ($18Б - 0$), коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

После включения контактора ($У2 - 20$) по проводу 20 получает питание вентильная катушка линейного контактора ЛК2 по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24, контакты контроллера ($10АК - У2$), провод У2, контакт ($У2 - 20$), провод 20, рейка зажимов головного вагона, провод 20 и далее в каждом вагоне — рейка зажимов, контак-

ты *РЦУ*, катушка линейного контактора *ЛК2 (20А — 20К)*, замыкающие контакты *РП*, провод *10Р*, размыкающие контакты рел *РРП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате включается линейный контактор *ЛК2*.

Через включившиеся блок-контакты *ЛК2 (20Л — 0)* по проводу *Б2* получают питание катушки контакторов *КШ1* и *КШ2* по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *Б2* и на каждом вагоне — рейка зажимов, контакты *РЦУ*, предохранитель *П16*, размыкающие контакты *РК1, 18 (10АЭ — 20Б), ПС (20Б — 20В), Р_{пер} (20В — 20Л)*, параллельно включенные катушки *КШ1* и *КШ2*, замыкающие блок-контакты *ЛК2 (20Л — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Контакторы *КШ1* и *КШ2* включаются — происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей до 35 %.

После включения контактора (*33 — 10АК*) по проводу *33* подается питание на катушку реле *РВ2* по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24*, провод *10АК*, контакты (*33 — 10АК*), катушка *РВ2*, резистор (*33А — 0*), коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Реле *РВ2*, включаясь, замыкает свои контакты (*33Б — 10АК*) и через контакты *УАВА* подается питание на катушку контактора *Р1-5*. При этом замыкаются контакты *Р1-5 (1В-1)* и в цепь провода *1* подается напряжение.

Таким образом, катушки линейных контакторов *ЛК1* и *ЛК3* получают питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24*, провод *10АК*, контакты контроллера машиниста (*10АК — 1В*), контакты *Р1-5 (1В — 1)*, провод *1*, рейка зажимов вагона, из которого производится управление, провод *1*. В каждом вагоне собрана следующая цепь: рейка зажимов, контакты *РЦУ*, контакты переключателя положений *ПС, ПП (1А — 1Г)*, замыкающие контакты реле *НР*, контакты *АВТ*, размыкающие контакты реле *РП*, точка *1Г*, блок-контакты *КШ2 (1Г — 1Д)*, размыкающие контакты *РК1, ПС, ПТ1*, далее две параллельные ветви: первая — точка *1Ж*, контакты *ПС, ПП*, катушка *ЛК1 (1К — 1ОР)*, провод *10Р*, размыкающие контакты *РРП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи; вторая — точка *1Ж*, катушка *ЛК3 (1Ж — 1ОР)*, провод *10Р*, размыкающие контакты *РРП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате линейные контакторы *ЛК1* и *ЛК3* включаются.

Одновременно через размыкающие контакты переключателя положений *ПС, ПТ1 (1Ж — 1Н)* получит питание катушка реле реверсирования *РР*, которое замкнет свои контакты (*10Б — 10Г*) и (*10В — 0*) в цепи обмотки независимого возбуждения *СДРК* (провод *Б2*), подготавливая цепь, обеспечивающую поворот вала реостатного контроллера с 1-й на 18-ю позицию.

По поезвному проводу *5* через замкнувшиеся блок-контакты *ЛК3 (5Е — 1ОР)* получит питание вентильная катушка линейного

контактора *ЛК4* по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24*, провод *10АК*, контакты контактора *Р1-5 (10АК — У2)*, контакты реверсивного вала контроллера машиниста (*У2 — 5*); провод *5*, рейка зажимов вагона, из которого производится управление, поездной провод *5* и далее в каждом вагоне — рейка зажимов, контакты *РЦУ*, блок-контакты реверсора «Вперед» (*5А — 5В*), контакты реле *РП (5В — 5Д)*, катушка контактора *ЛК4*, блок-контакты *ЛК3 (5Е — 1ОР)*, провод *10Р*, размыкающие контакты *РРП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате линейный контактор *ЛК4* включается, его блок-контакты *ЛК4 (18Б — 0)* в цепи провода *24* замыкаются. Красная сигнальная лампа на пульте машиниста гаснет, что свидетельствует о нормальном сборе цепей на всех вагонах. Если сигнальная лампа не гаснет, а горит вполнакала [последовательно с ней включен резистор (*18А — 18Б*)], это говорит о том, что на каком-то вагоне цепь не собралась, т.е. линейный контактор *ЛК4* не включился и его блок-контакт *ЛК4 (18Б — 0)* замкнул.

Положение «Ход 2». При постановке главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Ход 2» дополнительно к включенным контакторам в положении «Ход 1» включается контактор главного вала контроллера машиниста (*У2 — 2*), через который подается напряжение на поездной провод *2*. В результате получают питание катушки реле управления реостатным контроллером *СП1* и *РВ1* по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель управления *ВУ*, предохранитель *П24*, контакты контроллера (*10АК — У2*), провод *У2*, контакты контроллера (*У2 — 2*), провод *2*, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод *2*; далее на каждом вагоне — рейка зажимов, контакты *РЦУ*, размыкающие контакты *ПС, ПТ1 (2А — 2Б), РК1-17*, замыкающие блок-контакты *ЛК4*, катушка *РВ1* и параллельно включенная ей катушка *СП1* с добавочным резистором (*2К — 1ОР*); провод *10Р*, размыкающие контакты реле *РРП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Реле *СП1* и *РВ1* включаются и своими замыкающими контактами *СП1 (10Ж — 10М)* и *РВ1 (10АЭ — 10Б)* создают цепь питания серводвигателя *СДРК*.

На обмотку независимого возбуждения *СДРК* подается питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *Б2*, контакты *РЦУ*, предохранитель *П16*, точка *10АЭ*, контакты *РВ1 (10АЭ — 10Б)*, замыкающие контакты реле *РР (10Б — 10Г)*, обмотка возбуждения *СДРК*, замыкающие контакты *РР (10В — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Обмотка якоря *СДРК* получает питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *Б2*, *РЦУ*, предохранитель *П16*, резистор (*10АЭ — 10Ж*), замыкающие контакты *СП1 (10Ж — 10М)*, размыкающие контакты реле *РУТ (10М — 10Н)*, обмотка якоря

СДРК, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате вал СДРК начинает вращение. При повороте вала СДРК на 2-ю позицию размыкаются контакты $PK1, 18 (10AЭ — 20Б)$, и катушки $KШ1$ и $KШ2$ обесточиваются: происходит усиление возбуждения тяговых двигателей до 100 %.

В дальнейшем при повороте вала вплоть до 17-й позиции никаких изменений в цепях управления не происходит (идет выведение пускотормозного реостата из силовой цепи).

При повороте вала РК с 17-й позиции на 18-ю в цепи провода размыкаются контакты $PK1-17 (2Б — 2Г)$, в результате чего обесточиваются катушки реле $CP1$ и $PВ1$. Эти реле отключаются и своими контактами производят следующее. Замыкающие контакты CP , ($10Ж — 10М$) рвут цепь питания обмотки якоря СДРК, а размыкающие контакты $CP1 (10Н — 10У)$ создают короткозамкнутый контур обмотки якоря через контакты $PKП (10У — 0)$.

Контакты реле $PВ1 (10AЭ — 10Б)$ отключаются после контактов $CP1 (10Ж — 10М)$ с выдержкой времени 0,6 с; таким образом, вал реостатного контроллера фиксируется электрическим тормозом на 18-й позиции.

На 18-й позиции вала РК включается контактор $PK1, 18 (10AЭ — 20Б)$, через контакты которого и контакты $ПС (20Б — 20В)$, $P_{пер} (20В — 20Д)$ получают питание катушки $KШ1$ и $KШ2$. Контакторы $KШ1$ и $KШ2$ включаются, в результате чего происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей до 55 %; скорость движения возрастает.

Если главную рукоятку контроллера машиниста из положения нулевого или «Ход 1» сразу перевести в положение «Ход 3», то ослабления возбуждения на 18-й позиции вала РК не произойдет, так как в цепи провода 3 замкнутся контакты $PK17-18 (3А — 3Б)$ и на катушку реле перехода $P_{пер}$ будет подано напряжение. Реле включится и разомкнет свои контакты $P_{пер} (20В — 20Д)$ в цепи питания катушек $KШ1$ и $KШ2$.

Контроль за вращением вала РК, начиная со 2-й позиции, осуществляет реле $PУТ$, подъемная катушка которого получает питание между позициями через контакты $PKM2 (10AЭ — 10К)$.

Уставка $PУТ_{пер}$ на ходовых позициях вала РК (со 2-й по 32-ю) равна 320 А. Ток регулировочной катушки $PУТ_{пер} (25А — 25В)$ проходит по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод $Б2$, контакты $РЦУ$, предохранитель $П16$, точка $10AЭ$, контакты $PВ1 (10AЭ — 10Б)$, размыкающие контакты $ТШ (10Б — 25В)$, регулировочная катушка $PУТ_{пер} (25В — 25А)$, резистор ($25А — 25Г$), замыкающие блок-контакты $ЛК1 (25Г — 0)$, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Положение «Ход 3». При установке главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Ход 3» дополнительно к включенным в положениях «Ход 1» и «Ход 2» контакторам включается кулачко-

вый контактор главного вала контроллера ($У2 — 3$), через который от общей шины $У2$ получает питание поездной провод 3.

По проводу 3 в каждом вагоне через контакты $РЦУ, PK17, 18 (3А — 3Б)$ получает питание катушка реле перехода $P_{пер} (3Б — 10Р)$, которое замыкает свои контакты ($10AЯ — 10Э$), создавая цепь питания серводвигателя переключателя положений СДПП, и размыкает контакты $P_{пер} (20В — 20Д)$, вызывая отключение контакторов $KШ1$ и $KШ2$. При этом возбуждение двигателей усиливается до 100 %, а обмотка якоря и параллельно включенная ей обмотка возбуждения СДПП получают питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод $Б2$, контакты $РЦУ$, предохранитель $П28$, контакты реле $P_{пер} (10AЯ — 10Э)$, замыкающие блок-контакты $ЛК3 (10Э — 10Ю)$, $PK18$, размыкающие контакты $ПС, ПТ1$, резистор ($10AГ — 10AЕ$), катушка дискового электромагнитного тормоза ЭТПП и параллельно с ней резистор ($10AЕ — 10AС$), параллельно включенные обмотка якоря и обмотка возбуждения СДПП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате серводвигатель поворачивает вал переключателя положений из положения «ПС» в положение «ПП».

При повороте вала размыкаются контакты $ПС, ПТ1 (10AЯ — 10AГ)$, двигатель привода теряет питание и вал его фиксируется на позиции «ПП» под действием двух тормозов: дискового и электрического (короткозамкнутого контура).

Если в момент, когда вал СДПП находится еще между позициями «ПС» и «ПП», отключится реле перехода $P_{пер}$ вследствие перевода главной рукоятки контроллера машиниста из положения «Ход 3» в положение «Ход 2» или «Ход 1» (при ручном пуске), цепь питания СДПП до прихода его на фиксируемую позицию будет замкнута кулачковым контактором $ПМ_{тоз} (10AЯ — 10Э)$ переключателя положений.

После того как вал СДПП остановится на позиции, контакты $ПС, ПТ1 (1Ж — 1Н)$ в цепи провода 1 разорвут цепь питания катушки реле реверсирования $РР (1Н — 10Р)$. Реле отключится. При этом его размыкающие контакты $РР (10Б — 10В)$ и $РР (10Г — 0)$ замыкаются, а замыкающие ($10Б — 10Г$) и ($10В — 0$) размыкаются, чем осуществляется реверсирование СДРК и подготовка поворота вала РК с 19-й (18-й) до 36-й (1-й) позиции в обратном направлении.

Контакты $ПП, ПТ2 (2А — 2В)$ в проводе 2 замыкаются, при этом подается питание на катушки $CP1$ и $PВ1$ по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10 , выключатель $ВУ$, предохранитель $П24$, контакты контроллера машиниста ($10AK — У2$), провод $У2$, контакты ($У2 — 2$), провод 2, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 2 и в каждом вагоне — контакты $РЦУ$, контакты $ПП, ПТ2 (2А — 2В)$, $PK5-18 (2В — 2Г)$, замыкающие блок-контакты $ЛК4 (2Г — 2Д)$, катушка $PВ1 (2Д — 10Р)$, параллельно включенные ей катушка $CP1$

(2Д — 2К) и резистор (2К — 10Р), провод 10Р, размыкающие контакты РРП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате реле СР1 и РВ1 включаются, а через их контакты получают питание обмотки якоря и возбуждения СДРК, и вал реостатного контроллера начинает вращаться с 19-й (18-й) до 36-й (1-й) позиции в обратном направлении.

При этом до 31-й (6-й) позиции никаких изменений в цепях управления не происходит (идет выведение пускотормозного реостата из силовой цепи).

Дальнейшее вращение вала РК с 31-й (6-й) до 36-й (1-й) позиции произойдет только при замыкании контактов КШ1 и КШ2.

При переходе РК с 31-й (6-й) на 32-ю (5-ю) позицию замыкаются контакты РК1-5 (10АЭ — 20Г) в цепи провода Б2, которые вместе с контактами ПП, ПТ1 (20Г — 20Д) создают цепь питания катушек КШ1 и КШ2. Происходит ослабление возбуждения тяговых двигателей до 78 %.

На 33-й (4-й) позиции замыкаются контакты РК2-4 (2В — 2Ж) в цепи провода 2 и на катушки реле СР1 и РВ1 подается питание по цепи: провод 2, контакты РЦУ, ПП, ПТ2 (2А — 2В) и РК2-4 (2В — 2Ж), замыкающие блок-контакты КШ1 (2Ж — 2Г), ЛК4 (2Г — 2Д), катушка РВ1 и параллельно включенная ей катушка СР1 с резистором, провод 10Р, размыкающие контакты РРП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Это сделано для того, чтобы обеспечить переход вала РК с 32-й на 33-ю (4-ю) позицию только после того, как произойдет ослабление возбуждения тяговых двигателей. Если же ослабления возбуждения не произойдет, поворот вала РК на следующую позицию невозможен. Это обеспечивает ослабление возбуждения в случае запаздывания включения контакторов КШ1 и КШ2.

На 35-й (2-й) позиции размыкаются контакты РК2-4 (2В — 2Ж), катушки реле СР1 и РВ2 обесточиваются. Но вал РК останавливается на 36-й (1-й) позиции, так как обмотка якоря продолжает получать питание через контакты РКМ1 (10Ж — 10Н), а обмотка независимого возбуждения — через контакты РВ1 (10АЭ — 10Б), размыкающиеся с выдержкой времени 0,6 с.

Позиция 36-я (1-я) соответствует автоматической характеристике параллельного соединения групп тяговых двигателей с ослабленным до 35 % возбуждением.

Вращение вала реостатного контроллера до 32-й (5-й) позиции контролирует реле РУТ. Его уставка остается равной 320 А. На 32-й (5-й) позиции включается контактор КШ2 и его замыкающие блок-контакты (10АЭ — 25А) шунтируют регулировочную катушку РУТ (25В — 25А) (с обеих сторон на катушку подается одинаковый потенциал). Уставка РУТ с этого момента снижается до 260 А, что обеспечивает уменьшение бросков тока в тяговых двигателях на позициях ослабления возбуждения.

Ручной пуск на ходовых положениях. Ручной пуск применяется при плохом сцеплении колесных пар с рельсами. Вывод позиций производится переводом главной рукоятки КВ из положения «Ход 1» в положение «Ход 2» и обратно в «Ход 1». Таким образом, в положении «Ход 1» происходит сбор схемы в тяговый режим, а в положении «Ход 2» получает питание поездной провод 2 и в нем катушки реле СР1 и РВ1, которые замыкают контакты в цепи обмотки якоря и обмотки возбуждения серводвигателя реостатного контроллера. Вал РК поворачивается, выводя одну позицию. При переводе главной рукоятки в положение «Ход 1» снимается питание с провода 2, реле СР1 размыкает контакт в цепи 10Ж — 10М и замыкает контакт в цепи 10Н — 10У. Когда вал РК повернется на 15°30', замкнутся контакты РКП (10У — 0). После этого СДРК начнет работать в генераторном режиме, и вал РК фиксируется на позиции. С помощью ручного пуска можно вывести все позиции реостатного контроллера.

После останова вала РК на 18-й позиции главную рукоятку КВ необходимо кратковременно перевести из положения «Ход 1» или «Ход 2» в положение «Ход 3» и обратно в «Ход 1». При этом вал переключателя положений повернется из положения «ПС» в положение «ПП», реле реверсирования РР переключит свои контакты: замыкающие РР (10Б — 10В) и РР (10Г — 0) замкнутся, а замыкающие РР (10Б — 10Г) и РР (10В — 0) разомкнутся. Вал реостатного контроллера будет поворачиваться в обратном направлении с 18-й позиции по 1-ю, если главную рукоятку КВ кратковременно перевести из положения «Ход 1» в положение «Ход 2» и обратно в «Ход 1».

Контрольные вопросы

1. Назовите электрическую цепь, по которой подается питание на красную сигнальную лампу пульта. Что означает загорание и погасание лампы?
2. Какие кулачковые контакторы контроллера машиниста включены на позиции «Ход 1»? Какие поездные провода и электрические аппараты получают от них питание?
3. На какой позиции главного кулачкового вала контроллера подается напряжение на поездной провод 2? Какие электрические аппараты включены в его цепь и каково их назначение?
4. Какие аппараты питаются от поездного провода 3 и на какой позиции контроллера машиниста?
5. На какой позиции реостатного контроллера и с какой целью происходит поворот вала переключателя положений с «ПС» на «ПП»?
6. С какой целью и на каких позициях реостатного контроллера в тяговом режиме замкнуты контакторы КШ1 и КШ2?
7. Перечислите все поездные провода и электрические аппараты, работающие в цепях управления на всех положениях главной рукоятки контроллера машиниста в тяговом режиме.

§ 51. Цепи управления вагона Е в тормозном режиме

Положение «Тормоз 1». При установке главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Тормоз 1» (см. рис. 122) замыкаются контакты главного вала ($У2 - 10АК$) в цепях провода 10, ($У2 - 6$) — провода 6 и ($У2 - 20$) — провода 20.

От общего провода контроллера машиниста $У2$ в цепи провода 18 через резистор ($18А - 18Б$) и размыкающие блок-контакты $ЛК4$ подается напряжение на красную сигнальную лампу на пульте управления и она загорается, сигнализируя о начале сбора цепей.

По поезвному проводу 6 подается питание на катушки контакторов $КШЗ$, $КШ4$ и $ТШ$ по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель $ВУ$, предохранитель $П24$, контакты ($У2 - 10АК$), провод $У2$, контакты ($У2 - 6$), провод 6, рейка зажимов вагона, из которого производится управление, поездной провод 6. В каждом вагоне напряжение подается на рейку зажимов, провод 6, контакты $РЦУ$ и затем в две параллельные цепи: первая — катушка контактора $ТШ$ ($6А - 0$), коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи; вторая — контакты $РК1$ ($6А - 20Е$), параллельно включенные катушки $КШЗ$, $КШ4$, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

По проводу 20 подается питание на вентильную катушку линейного контактора $ЛК2$ ($20А - 20К$). В тормозном режиме работают только блок-контакты $ЛК2$. После замыкания блок-контактов $ЛК2$ ($20Л - 0$) получают питание катушки контакторов $КШ1$ и $КШ2$ по цепи провода $Б2$ так же, как и в тяговом режиме.

В результате замыкания контактов $КШ1 - КШ4$ возбуждение тяговых двигателей ослаблено до 31 %.

Замкнувшись, блок-контакты $ЛК2$ ($10АП - 10АД$), $ТШ$ ($10АД - 10АТ$), $КШ2$ ($10АТ - 10АЖ$) создадут цепь питания серводвигателя переключателя положений по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод $Б2$, контакты $РЦУ$, предохранитель $П28$, размыкающие блок-контакты $ЛК3$ ($10АЯ - 10Э$), $ЛК1$ ($10Э - 10АП$), замыкающие блок-контакты $ЛК2$ ($10АП - 10АД$), $ТШ$ ($10АД - 10АТ$), $КШ2$ ($10АТ - 10АЖ$), размыкающие контакты $ПС$, $ПП$, $ПТ2$ ($10АЖ - 10АГ$), резистор ($10АГ - 10АЕ$), катушка $ЭТПП$ и параллельно с ней резистор ($10АЕ - 10АС$), параллельно включенные обмотка якоря и обмотка возбуждения $СДПП$, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате вал переключателя положений поворачивается в положение «ПТ1».

После перехода $СДПП$ в положение «ПТ1» по проводу 6 получают питание вентильная катушка $ЛК3$ ($1Ж - 10Р$) и параллельно включенная ей катушка реле реверсирования $РР$ ($1Н - 10Р$) по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель $ВУ$, предохранитель $П24$, контакты ($У2 - 10АК$), провод $У2$, контак-

ты ($У2 - 6$), провод 6, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 6. На каждом вагоне собирается цепь: рейка зажимов, контакты $РЦУ$, диод ($6А - 6Г$), замыкающие контакты $ПТ1$, $ПТ2$ ($6Г - 1П$), контакты $АВТ$ ($1П - 1Б$), контакты $РП$ ($1Б - 1Г$), $КШ2$ ($1Г - 1Д$), $РК1$ ($1Д - 1Е$), $ПС$, $ПТ1$ ($1Е - 1Ж$), катушка $ЛК3$ ($1Ж - 10Р$) и параллельно с ней контакты переключателя положений $ПС$, $ПТ1$ ($1Ж - 1Н$), катушка реле $РР$ ($1Н - 10Р$) и далее провод $10Р$, размыкающие контакты реле $РРП$, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Реле $РР$ переключит свои контакты в цепи обмотки возбуждения $СДРК$, подготавливая поворот вала реостатного контроллера в направлении с 1-й позиции на 18-ю.

Линейный контактор $ЛК3$ включится и через блок-контакты $ЛК3$ ($5Е - 10Р$) будет подано питание на вентильную катушку $ЛК4$ по цепи, аналогичной цепи в тяговом режиме. В результате включения линейного контактора $ЛК4$ его размыкающие блок-контакты $ЛК4$ ($18Б - 0$) в цепи провода 24 разомкнутся; красная лампа на пульте управления погаснет, свидетельствуя о нормальном сборе цепей тормозного режима.

Положение «Тормоз 2» (автоматическое торможение). При переводе главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Тормоз 2» дополнительно к включенным в положении «Тормоз 1» включаются кулачковые контакторы главного вала ($10 - 8$) в цепи провода 8, ($3 - 2$) в цепи провода 2, ($У2 - 3$) в цепи провода 3.

Через контакты ($У2 - 2$) подается напряжение на поездной провод 2. По нему через контакты $РЦУ$, размыкающие контакты $ПС$, $ПТ1$ ($2А - 2Б$), $РК1-17$ ($2Б - 2Г$) и замыкающие блок-контакты $ЛК4$ получают питание катушки реле $РВ1$ и $СР1$. При включении этих реле замыкаются их контакты ($10Ж - 10М$) и ($10АЭ - 10Б$) в цепи обмотки якоря и обмотки возбуждения серводвигателя реостатного контроллера. Вал $СДРК$ начинает вращаться. Между позициями включается кулачковый контактор $РКМ2$ ($10АЭ - 10К$), через контакты которого подается напряжение на подъемные катушки $РУТ$ и реле ручного торможения $РРТ$. При положении «ПТ1» добавочный резистор ($10К - 10И$) в цепи подъемной катушки $РУТ$ шунтирован контактами $ПТ1$ ($10К - 10И$), поэтому по ней протекает большой ток и создается магнитный поток, достаточный для притяжения якоря $РУТ$ при полном отсутствии тока в силовых катушках, что обеспечивает четкую фиксацию вала $РК$ на каждой позиции.

При повороте вала $РК$ с 1-й на 2-ю позицию в цепи провода 6 размыкаются контакты $РК1$ ($6А - 20Е$), катушки электромагнитных контакторов $КШЗ$ и $КШ4$ обесточиваются. При этом возбуждение тяговых двигателей становится равным 35%; катушки $КШ1$ и $КШ2$ получают питание по цепи провода $Б2$ через контакты $РК1-5$ ($10АЭ - 20Г$) и $ПП$, $ПТ1$ ($20Г - 20Д$).

Дальнейшее усиление возбуждения будет происходить ступенями вплоть до 6-й позиции вала РК. На 6-й позиции отключается контактор *РК1-5 (10АЭ — 20Г)*, катушки *КШ1* и *КШ2* обесточиваются, возбуждение тяговых двигателей усиливается до 100 %.

Разомкнувшиеся блок-контакты *КШ2 (10АЭ — 25А)* разрывают цепь питания регулировочной катушки *РУТ (25А — 25В)*, в результате чего уставка *РУТ* повышается до 260 А (на позициях ослабления возбуждения она была 180 А).

После отключения контактора *КШ2* через его замкнутые блок-контакты *КШ2 (6В — 0)* получает питание авторежимная катушка *РУТ*, в результате чего уставка *РУТ*, начиная с 6-й позиции вала РК, будет зависеть от наполнения вагона и может быть увеличена еще на 60 А (до 320 А).

С 6-й позиции вала РК по 17-ю в цепях управления никаких изменений не происходит (идет выведение пускотормозных резисторов под контролем *РУТ*).

На 17-й — 18-й позициях вала РК получает питание реле перехода $P_{пер}$ по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24*, контакты контроллера (*10АК — У2*), провод *У2*, контакты (*У2 — 3*), провод *3*, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод *3* и далее на каждом вагоне — контакты *РЦУ*, контакты *РК17-18 (3А — 3Б)*, катушка реле перехода $P_{пер}$ (*3Б — 10Р*), провод *10Р*, размыкающие контакты *РПП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

При включении реле $P_{пер}$ замыкаются контакты $P_{пер}$ (*10АЯ — 10Э*) в цепи питания обмотки якоря серводвигателя переключателя положений и вал *СДПП* поворачивается в положение «ПТ2» (поворот происходит аналогично повороту вала *СДПП* из положения «ПС» в положение «ПП» в тяговом режиме).

После фиксации вала *СДПП* в положении «ПТ2» в цепи провода *6* размыкаются контакты *ПС*, *ПТ1 (1Ж — 1Н)*, катушка реле реверсирования *РР (1Н — 10Р)* обесточивается, в результате чего переключаются его контакты в цепи питания обмотки возбуждения *СДРК*, подготавливая поворот вала реостатного контроллера в обратную сторону.

После перехода *СДПП* в положение «ПТ2» реостатный контроллер с 19-й (18-й) по 32-ю (5-ю) позицию продолжает выводить пускотормозные резисторы, но катушки реле *СП1* и *РВ1* получают питание не через контакты *ПС*, *ПТ1* и *РК1-17*, а через контакты *ПП*, *ПТ2 (2А — 2В)* и *РК5-18 (2В — 2Г)*.

На 32-й позиции вала РК размыкаются контакты *РК5-18 (2В — 2Г)* и катушки *СП1* и *РВ1* обесточиваются. На этой же позиции включается вентиль замещения № 1 по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, контакты (*10 — 8*), провод *8*, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной про-

вод *8* и в каждом вагоне с рейки зажимов через предохранитель *П23*, катушку *ВЗ-1* вентиля замещения № 1, контакты *ПТ2 (8Б — 8В)* и *РК1-5 (8В — 0)*, коробку заземления на «минус» аккумуляторной батареи. Таким образом, электрический тормоз замещается пневматическим, дотормаживающим вагон до полной остановки.

Если цепь торможения не собирается, так как не включается линейный контактор *ЛК4* и его блок-контакты *ЛК4 (8Г — 0)* замкнуты, или в процессе автоматического торможения сработает реле перегрузки [контакты *РП (5В — 5Д)* разомкнутся и обесточится катушка *ЛК4*], электрический тормоз также замещается пневматическим. Включается вентиль замещения № 2, катушка которого *ВЗ-2 (8А — 8Г)* получает питание по цепи: провод *8*, предохранитель *П23*, катушка *ВЗ-2*, блок-контакты *ЛК4 (8Г — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Положение «Тормоз 1А» (ручное торможение). Для осуществления ручного торможения в цепях управления установлено реле ручного торможения *РРТ*, имеющее две катушки — подъемную (*10И — 10АХ*) в цепи провода *Б2* и удерживающую (*25Ж — 25Д*) в цепи провода *25*, причем для включения реле необходимо одновременное действие обеих катушек. Во включенном положении якорь реле *РРТ* может удерживаться магнитным потоком только одной удерживающей катушки.

Ручное торможение осуществляют переводом главной рукоятки контроллера из положения «Тормоз 1» в положение «Тормоз 1А» и обратно в положение «Тормоз 1». При таком перемещении главной рукоятки выводится одна ступень пускотормозного реостата.

При переводе главной рукоятки в положение «Тормоз 1А» включаются кулачковые контакторы контроллера машиниста в цепях проводов *2* и *25 [(У2 — 2) и (25 — 6)]*.

По проводу *25* в каждом вагоне получает питание удерживающая катушка реле *РРТ* по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24*, контакты (*10АК — У2*), провод *У2*, контакты (*У2 — 6*) в цепи провода *6*, контакты (*25 — 6*) в цепи провода *25*, провод *25*, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод *25* и в каждом вагоне — рейка зажимов, контакты *РЦУ*, катушка *РРТ^{удерж} (25Ж — 25Д)*, резистор (*25Д — 0*), коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи [резистор (*25Д — 0*) служит для ограничения тока и регулировки реле]. Но реле *РРТ* не включится, так как магнитный поток его катушки недостаточен для притяжения якоря реле.

По цепи провода *2* подается питание на катушки реле *СП1* и *РВ1*, замыкаются их контакты в цепи обмоток якоря и возбуждения серводвигателя реостатного контроллера. В результате вал РК поворачивается с 1-й позиции на 2-ю. Между позициями включаются контакторы *РКМ1 (10Ж — 10Н)* и *РКМ2 (10АЭ — 10К)*. Подъем-

ная катушка *PPT* получает питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *B2*, контакты *PЦУ*, предохранитель *П16*, точка *10АЭ*, замыкающие контакты *PKM2 (10АЭ — 10К)*, *ПТ1 (10К — 10И)*, подъемная катушка *PPT*, резистор (*10АХ — 10АФ*), замыкающие блок-контакты *ЛК1 (10АФ — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Одновременно получает питание подъемная катушка *PУТ*, включенная параллельно данной цепи через блок-контакты *ЛК4 (10Х — 0)*.

Реле *PPT* включается и своими контактами *PPT (2Д — 2К)* шунтирует катушку реле *СП1*, что вызывает размыкание контактов *СП1 (10Ж — 10М)* и замыкание *СП1 (10Н — 10У)*. Хотя контакты *СП1 (10Ж — 10М)* и разомкнулись, обмотка якоря *СДРК* продолжает получать питание через *PKM1 (10Ж — 10Н)*, поэтому вал *СДРК* продолжает вращение. Не доходя до его фиксированной позиции, контакты *PKM2 (10АЭ — 10К)* отключаются, и подъемные катушки *PPT* и *PУТ* обесточиваются. Якорь реле *PУТ* отпадает, так как ток в силовой цепи меньше уставки, а якорь реле *PPT* не отпадает, так как удерживающая катушка получает питание по проводу *25*.

На позиции разомкнутся контакты *PKM1 (10Ж — 10Н)*, и вал *СДРК* остановится, так как контакты *СП1 (10Ж — 10М)* разомкнуты вследствие того, что катушка *СП1* шунтирована контактами *PPT (2Д — 2К)*. Таким образом выводится одна ступень пускотормозного реостата.

Вал *РК* будет находиться на этой позиции до тех пор, пока на катушку *СП1* вновь не будет подано питание и не создастся цепь питания обмотки якоря *СДРК*. Для этого необходимо сначала главную рукоятку контроллера машиниста вернуть в положение «Тормоз 1», что приведет к снятию напряжения с проводов *2* и *25*. В результате этого обесточатся катушки реле *PPT*, *СП1* и *РВ1*, их якоря отпадут. Контакты *PPT (2Д — 2К)*, которые шунтировали катушку *СП1*, разомкнутся.

Затем, чтобы перевести вал *РК* на следующую позицию, необходимо подать напряжение на поездной провод *2*, т. е. вновь поставить главную рукоятку контроллера в положение «Тормоз 1А».

Путем таких манипуляций главной рукояткой машинист ручным торможением может вывести все 18 позиций реостатного контроллера, которым соответствует положение «ПТ1».

На 18-й позиции главную рукоятку контроллера кратковременно ставят в положение «Тормоз 2», чтобы по поездному проводу *3* получила питание катушка реле перехода $P_{пер}$ и вал *СДПП* повернулся в положение «ПТ2». Вывод ступеней пускотормозного реостата можно производить до 32-й (5-й) позиции вала *РК*, после чего главную рукоятку контроллера переводят в положение «Тормоз 2». При этом будет подано напряжение на поездной провод *8* и включится вентиль замещения № 1, дотормаживая вагон пневматическим тормозом.

1. Какие кулачковые контакторы контроллера машиниста включены на позиции «Тормоз 1»? Какие поездные провода и электрические аппараты получают питание через их контакты?

2. На какой позиции вала реостатного контроллера и по какому проводу получает питание катушка реле перехода $P_{пер}$?

3. Какие кулачковые контакторы контроллера машиниста включаются дополнительно при переводе главной рукоятки в положение «Тормоз 2»? В цепи каких поездных проводов подается напряжение и какие электрические аппараты получают питание при этом положении?

4. На каких позициях вала реостатного контроллера получает питание катушка реле реверсирования и с какой целью?

5. На какой позиции в тормозном режиме останавливается вал *РК*? Почему он не доходит до 36-й (1-й) позиции?

6. По какому поездному проводу получают питание вентили замещения № 1 и 2? Контакты каких аппаратов включены в их цепи и зачем?

7. Какие кулачковые контакторы включаются дополнительно при переводе главной рукоятки контроллера машиниста в положение «Тормоз 1А»? Какие поездные провода и электрические аппараты получают при этом питание?

§ 52. Цепи управления вагона Еж3 в тяговом режиме

Положение «Ход 1». Реверсивную рукоятку устанавливают в положение «Вперед» («Назад»), в результате чего подается питание на катушку реверсора Вперед (Назад) по цепи (рис. 123): «плюс» аккумуляторной батареи (*АБ*), провод *10*, выключатель управления *ВУ*, предохранитель *П24*, точка *10АК*, контакты реверсивного вала *10АК-5 (10АК-4)* провод *5 (4)*, рейка зажимов головного вагона, поездной провод *5 (4)* и далее на каждом вагоне — рейка зажимов, контакты *РЦУ*, контакты реверсора *Наз (Вп)*, катушка реверсора Вперед (Назад), коробка заземления, «минус» *АБ*.

При установке главной рукоятки *КВ* в положение «Ход 1» включаются кулачковые контакторы главного вала *У2 — 10АС*, *33 — 10АК*, *У2 — 20*. Остается включенным контактор *33Д — 10АК*, который был замкнут в «нулевом» положении главной рукоятки *КВ*.

При включении контактора *У2 — 10АС* на пульте управления в кабине машиниста загорается вполнакала красная сигнальная лампа, получая питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24А*, контакты *У2 — 10АС*, провод *У2*, красная сигнальная лампа, провод *18*, рейка зажимов вагона, из которого ведется управление, поездной

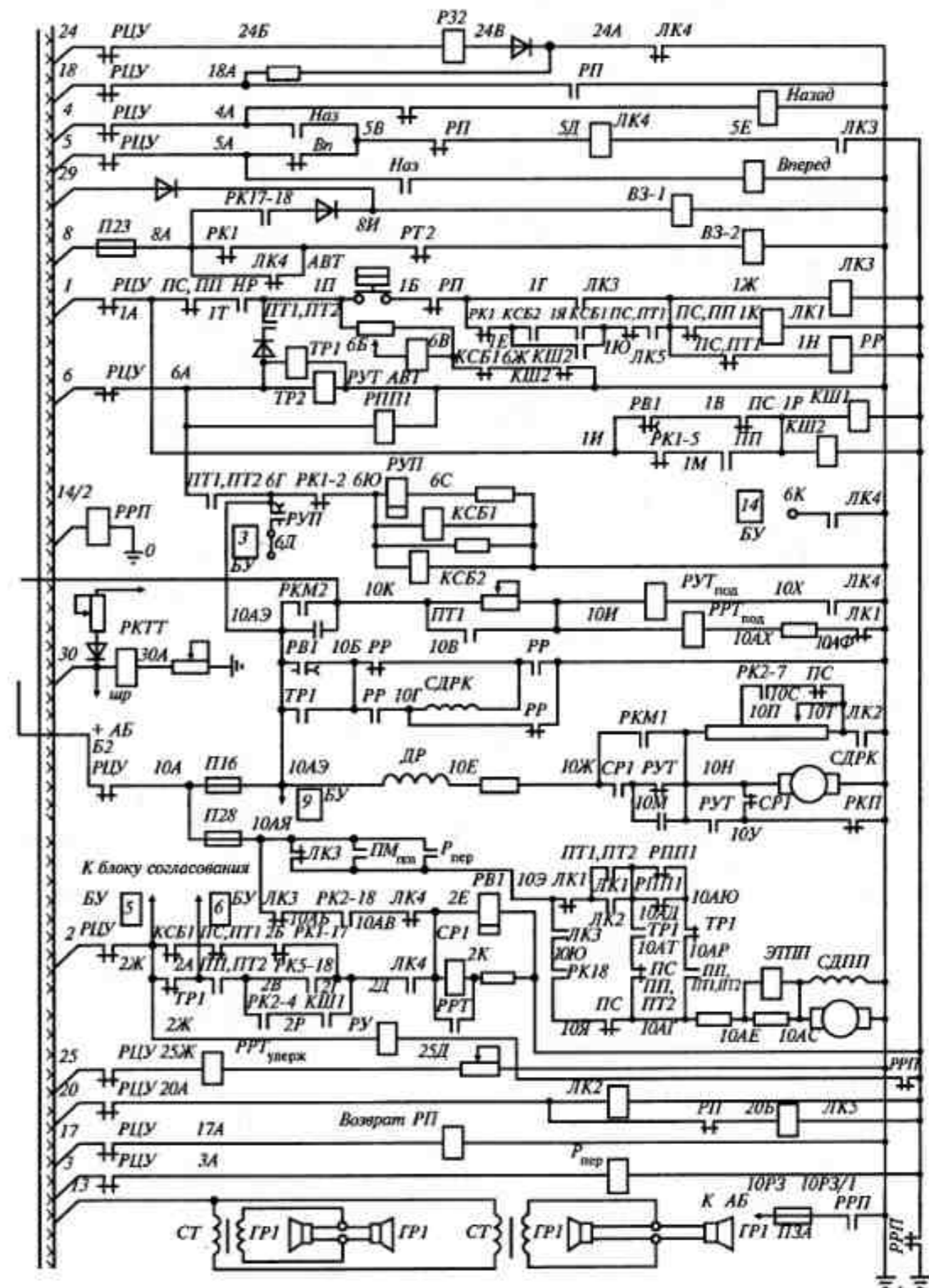
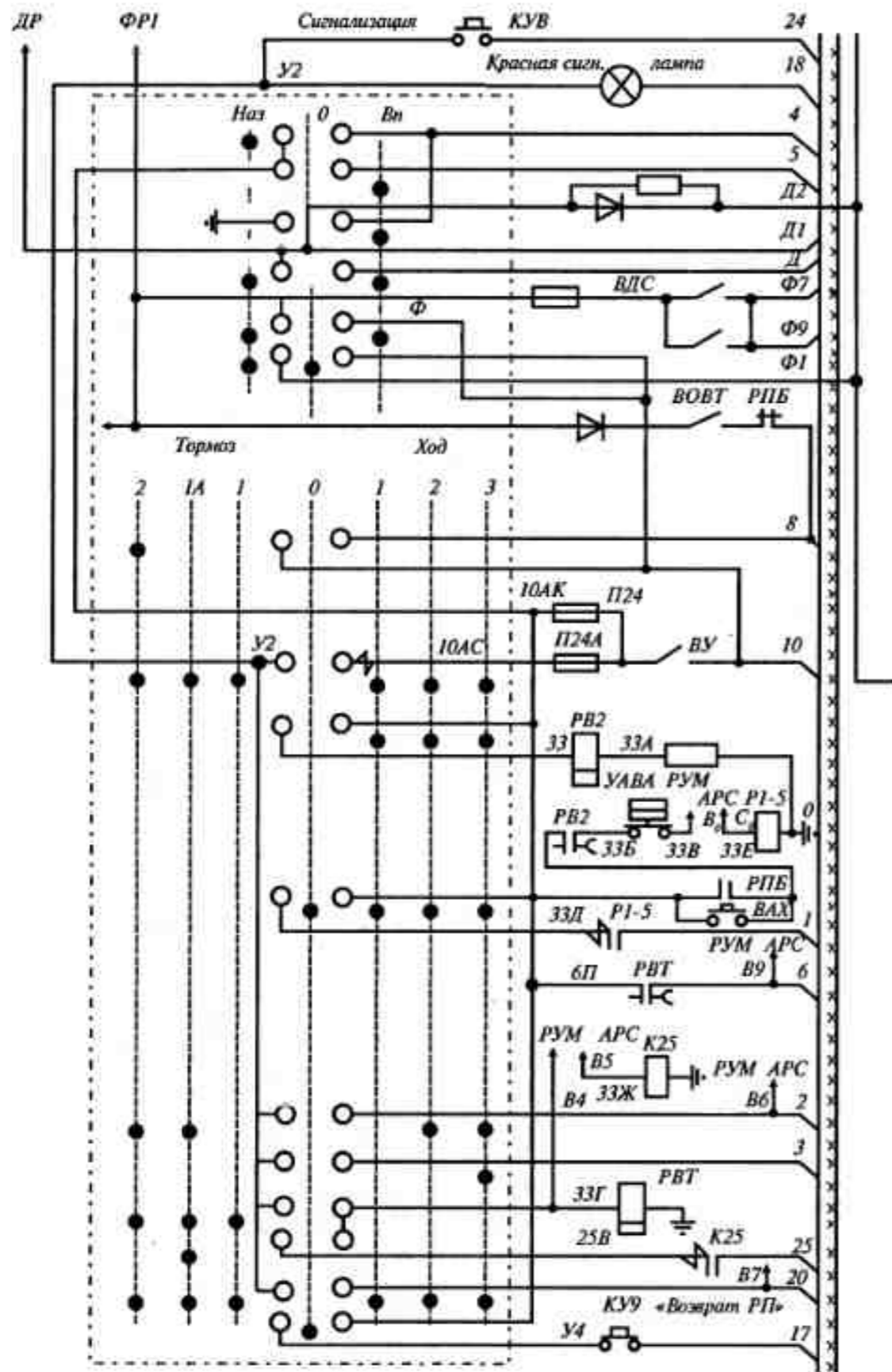


Рис. 123. Схема цепей управления вагона Еж3

провод 18; далее на каждом вагоне — рейка зажимов, контакты вала РЦУ, резистор 18А — 24А, размыкающие блок-контакты ЛК4, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

После включения контактора У2 — 20 по проводу 20 получают питание вентиляльные катушки линейных контакторов ЛК2 и ЛК5 по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24А, контакты У2 — 10АС, провод У2, контакты У2 — 20, провод 20, рейка зажимов головного вагона, поездной провод 20. В каждом вагоне собирается цепь: рейка зажимов, контакты РЦУ, две параллельные ветви: первая — вентиляльная катушка ЛК2, вторая — размыкающие контакты РП, вентиляльная катушка ЛК5, далее — размыкающие контакты реле резервного пуска РРП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Включившись, контактор главного вала 33 — 10АК подает питание на катушки контакторов ослабления возбуждения КШ1, КШ2 и вентиляльные катушки контакторов ЛК1, ЛК3 по цепям: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24, провод 10АК, контактор 33-10АК, провод 33, катушка реле РВ2, резистор, «минус» аккумуляторной батареи. Реле РВ2 замыкает свои контакты 33Б. Через контакты УАВА и контакты устройств АРС получает питание катушка контактора Р1-5. Контакт Р1-5 включается и своими контактами 33Д-1 создает цепь питания поездного провода 1. В результате в каждом вагоне через контакты РЦУ по проводу 1 получают питание катушки КШ1, КШ2 по цепи: контакты РЦУ, точка 1И, размыкающие контакты РВ1, блокировка ПС, катушки КШ1, КШ2 (в результате происходит ослабление возбуждения до 32%). По проводу 1 получают питание вентиляльные катушки ЛК1, ЛК3 и катушка реле РР по цепям: контакты РЦУ, блок-контакты ПС, ПП, замыкающие контакты НР, контакты АВТ, размыкающие контакты РП, блок-контакты РК1, замкнутые контакты КШ2 (1Е — 1Ю), блок-контакты ПС, ПТ1. Далее идут параллельные ветви: первая — вентиляльная катушка ЛК3, контакты РРП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи, вторая — блок-контакты ПС, ПП, катушка ЛК1, размыкающие контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ; третья — блок-контакты ПС, ПТ1, катушка реле РР, размыкающие контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ.

Через замкнутые блок-контакты ЛК3 (5Е — 0) получает питание вентиляльная катушка ЛК4 по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24, контакты реверсивного вала 10АК-5, (10АК — 4), провод 5 (4), рейка зажимов головного вагона, поездной провод 5 (4), рейка зажимов в каждом вагоне, контакты РЦУ, контакты реверсора Вн, (Наз), размыкающие контакты РП, вентиляльная катушка ЛК4, замкнутые блок-контакты ЛК3, размыкающие контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ. Контакт Р1-5 включается — закан-

чивается сбор цепей тягового режима, о чем свидетельствует погасание красной сигнальной лампы: в цепи провода 18 разомкнулся блок-контакт ЛК4 (24А — 0). Если сигнальная лампа не гаснет, а горит вполнакала (последовательно с ней включен резистор 18А — 24А), это говорит о том, что на каком-то вагоне схема не собралась, т. е. линейный контактор ЛК4 не включился и его блок-контакты 24А — 0 остаются замкнутыми.

Положение «Ход 2». При постановке главной рукоятки в положение «Ход 2» включается контактор главного вала У2-2, контакты которого подают напряжение на поездной провод 2. Контакт У2 — 10АС, 33 — 10АК, У2 — 20, 33Д — 10АК включены.

По поездному проводу 2 получают питание катушки реле управления реостатным контроллером СР1 и РВ1 по цепи: «плюс» АБ, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24А, контактор У2-10АС, провод У2, контактор У2-2, провод 2, рейка зажимов вагона, из которого ведется управление, поездной провод 2, рейка зажимов вагона, вагонный провод 2, контакты РЦУ, блок-контакты КСБ1, ТР1, ПС, ПТ1, РК1-17, ЛК4, катушки СР1, РВ1, размыкающие контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ. Реле РВ1, включившись, своими контактами 1И — 1В рвет цепь питания катушки контакторов КШ1, КШ2, в результате чего возбуждение двигателей усиливается до 100%, а контактами 10АЭ — 10Б создает цепь питания обмотки возбуждения СДРК. Обмотка якоря СДРК получает питание через контакты реле СР1 (10Ж — 10М).

Таким образом, на обмотку якоря СДРК питание подается по цепи: «плюс» АБ, провод Б2, контакты РЦУ, предохранитель П16, дроссель ДР, резистор 10Е-10Ж; замкнувшиеся контакты СР1, контакты РУТ, обмотка якоря СДРК, коробка заземления, «минус» АБ. Обмотка возбуждения СДРК также получает питание от провода Б2 по цепи: провод Б2, контакты РЦУ, предохранитель П16, замкнувшиеся контакты РВ1 (10АЭ — 10Б), контакты реле РР (10В — 10Г), обмотка возбуждения СДРК, контакты реле РР (10В — 0), коробка заземления, «минус» АБ. Реостатный контроллер начинает вращаться.

При повороте вала РК на 3—3,5° размыкаются контакты РКП (10У — 0), а через 1,5° замыкаются контакты РКМ1 (10Ж — 10Н), которые шунтируют контакты реле СР1 и РУТ. Затем через 0,5 — 1° замыкаются контакты РКМ2 (10АЭ — 10К), которые создают цепь питания подъемной катушки РУТ: «плюс» АБ, провод Б2, контакты РЦУ, предохранитель П16, провод 10АЭ, контакты РКМ2, регулируемый резистор 10К — 10И, подъемная катушка РУТ, блок-контакты ЛК4, коробка заземления, «минус» АБ.

Реле РУТ включается и контактом 10М — 10Н рвет цепь питания якоря СДРК, но якорь получает напряжение через контакты РКМ1 и вал РК продолжает вращаться. Через 7—7,5° после замыкания контакты РКМ2 размыкаются, подъемная катушка РУТ те-

ряет питание и реле отключается, если ток в силовых катушках *РУТ* меньше тока уставки реле.

Через $0,5-1^{\circ}$ после размыкания контактов *РКМ2* размыкаются контакты *РКМ1*. Вал продолжает вращаться, так как якорь питается через контакты *СП1 (10Ж — 10М)* и *РУТ (10М — 10Н)*. На позиции замыкаются контакты *РКП*, но они не оказывают влияния на работу *СДРК*, так как контакты реле *СП1 (10Н — 10У)* и *РУТ (10Н — 10У)* разомкнуты; поэтому вал *РК* продолжает вращение, переходя на следующую позицию.

Процесс перехода *РК* с позиции на позицию далее аналогичен описанному выше.

Если ток в силовой цепи, а следовательно, и в силовых катушках *РУТ* превысит уставку реле, то его якорь будет удерживаться магнитным потоком силовых катушек, хотя контакты *РКМ2* между позициями разомкнулись и подъемная катушка *РУТ* потеряла питание. Размыкающие контакты реле *РУТ (10М — 10Н)* рвут цепь питания якоря *СДРК*, а замыкающие (*10Н — 10У*) замыкаются, чем создается короткозамкнутый контур для тока якоря *СДРК*, и он под влиянием силы электрического торможения фиксируется на позиции.

Цель короткозамкнутого контура: якорь *СДРК*, контакты *РКП*, замыкающие контакты *РУТ (10Н — 10У)*, якорь *СДРК*.

Время выдержки реостатного контроллера на позиции определяется временем удержания якоря реле *РУТ* притянутым, что, в свою очередь, связано со значением тока в силовой цепи. При токе в силовой цепи меньшем уставки *РУТ* якорь реле отпадает, его контакты (*10Н — 10У*) размыкаются, разрывая короткозамкнутый контур, а контакты (*10М — 10Н*) замыкаются, создавая цепь питания якоря *СДРК*.

Реостатный контроллер снова начинает вращаться, переходя на следующую позицию, замыкая и размыкая блок-контакты *РКМ1*, *РКМ2* и *РКП* в последовательности, описанной выше.

Практически в положении главной рукоятки «Ход 2» вращение *РК* происходит хронометрически, так как ток в силовой цепи не превышает уставки *РУТ*, и только в случаях максимальной загрузки вагонов на предельном подъеме, когда ток в силовой цепи превышает уставку *РУТ*, вращение *РК* осуществляется под контролем этого реле.

На 2-й позиции *РК*, после того как обесточились катушки *КШ1* и *КШ2*, получает питание авторежимная катушка *РУТ* от провода *1* по цепи; контакты *РЦУ*, блок-контакты *ПС*, *ПП*, контакты реле *НР*, провод *III*, регулируемый резистор, авторежимная катушка *РУТ*, размыкающие блок-контакты *КСБ1* и *КШ2*, коробка заземления, «минус» *АБ*. Уставка *РУТ* при максимально загруженном вагоне повышается с 260 до 320 А.

В дальнейшем при вращении *РК* до 17-й позиции включительно никаких изменений в работе цепей не происходит.

При переходе с 17-й на 18-ю позицию в цепи провода 2 размыкаются контакты *РК1-17 (2Б — 2Г)*, вследствие этого реле *СП1* и *РВ1* обесточиваются.

Контакты реле *РВ1 (10АЭ — 10Б)* с выдержкой времени 0,6 — 0,7 сорвут цепь питания обмотки возбуждения *СДРК*. Контакты реле *СП1 (10Ж — 10М)* рвут цепь питания обмотки якоря *СДРК*, а его контакты *10Н — 10У* создают короткозамкнутый контур для торможения *СДРК* на позиции.

Если главную рукоятку *КВ* из положения «0» или «Ход 1» сразу установить в положение «Ход 3», то ослабления возбуждения на 18-й позиции *РК* не произойдет, потому что якорь реле *РВ1* не успеет опасть, а *СДПП* за это время переключится из положения «ПС» в «ПП» и блок-контактами *ПП*, *ПТ2 (2А — 2В)* снова создаст цепь питания катушки реле *РВ1*. В результате этого контакты *РВ1 (1И — 1В)* будут разомкнуты, т. е. рвут цепь питания катушек контакторов *КШ1* и *КШ2*.

Если же главную рукоятку *КВ* задержать в положении «Ход 2», то контакты реле *РВ1 (1И — 1В)* замкнутся, катушки *КШ1* и *КШ2* получат питание, что приведет к ослаблению возбуждения тяговых машин. В свою очередь блок-контакт *КШ2 (6Ж — 0)* разорвет цепь питания авторежимной катушки *РУТ (6Б — 6В)*, вследствие чего уставка *РУТ* будет снижена.

Положение «Ход 3». Главную рукоятку *КВ* устанавливают в положение «Ход 3», при этом включается контактор *У2 — 3* провода 3. Контакторы *У2 — 10АС*, *33 — 10АК*, *33Д — 10АК*, *У2 — 2*, *У2 — 20* остаются включенными.

По проводу 3 получает питание катушка реле *P_{пер}* по цепи: «плюс» *АБ*, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24А*, контакты *У2 — 10АС*, провод *У2*, контакты *У2-3*, провод *3* и на каждом вагоне катушка реле *P_{пер}*. Замкнувшиеся контакты *P_{пер} (10АЯ — 10Э)* создают цепь питания двигателя *СДПП*: «плюс» аккумуляторной батареи, провод *Б2*, контакты *РЦУ*, провод *10А*, предохранитель *П28*, контакты *P_{пер}*, блок-контакты *ЛК3*, *РК18*, *ПС*, катушка *ЭТПП*, якорь и обмотка возбуждения *СДПП*, коробка заземления, «минус» *АБ*.

Переключатель положений поворачивается из положения «ПС» в положение «ПП» и фиксируется под действием двух тормозов: электрического и дискового, так как блокировка *ПС (10Я — 10АГ)* разрывает цепь питания двигателя и катушки дискового тормоза.

После того как переключатель положений зафиксирован в положении «ПП», он своим блок-контактом *ПС*, *ПТ1 (1Ж — 1Н)* в проводе *1* рвет цепь питания катушки реле *РР*, и оно отключается. При этом контакты реле *10Б — 10Г* и *10В — 0* размыкаются, а контакты *10Б — 10В* и *10Г — 0* замыкаются, чем осуществляется реверсирование обмотки возбуждения *СДРК*. Замкнувшаяся в проводе 2 блокировка *ПП*, *ПТ2 (2А — 2В)* обеспечивает питание катушек реле *СП1* и *РВ1* по цепи: «плюс» *АБ*, провод *10*, *ВУ*, *П24А*, контакты *У2 —*

10АС, провод У2, контакты У2 — 2, поездной провод 2 и в каждом вагоне контакты РЦУ, блок-контакты КСБ1, ПП, ПТ2, РК5-18, ЛК4, катушки СР1, РВ1, контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ.

Замыкание контактов этих реле создает цепь питания якоря и обмотки возбуждения двигателя РК, реостатный контроллер начинает вращаться в обратную сторону. Процесс перехода РК с позиции на позицию происходит так же, как и в положении «Ход 2».

При вращении вала РК с 19-й (18-й) позиции по 31-ю (6-ю) включительно в схеме цепей управления изменений не происходит.

При переходе с 31-й (6-й) позиции на 32-ю (5-ю) позицию в цепи провода 1 замыкаются блок-контакты РК1-5 (1И — 1М), что обеспечивает включение контакторов КШ1 и КШ2. Контакт КШ2 своим блок-контактом БЖ — 0 рвет цепь питания авторежимной катушки РУТ, вследствие чего уставка РУТ (при груженом вагоне) снижается до 260 А. Двигатели переходят на режим ослабленного возбуждения при пониженной уставке РУТ. При переходе с 32-й (5-й) на 33-ю (4-ю) позицию блок-контакт РК2-4 (2В — 2Р) в проводе 2 замыкается, а РК5-18 (2В — 2Г) размыкается. Питание катушек РВ1 и СР1 будет осуществляться через блок-контакты РК2-4 и КШ1 (2Р — 2Г). Такое изменение необходимо для того, чтобы обеспечить переход РК с 32-й (5-й) на 33-ю (4-ю) позицию только после того, как произойдет ослабление возбуждения. Если же контакторы ослабления возбуждения КШ1 и КШ2 по какой-то причине не включатся, поворот вала РК на следующие позиции будет невозможен. Этой зависимостью обеспечивается ступенчатое ослабление возбуждения в случаях запаздывания включения контакторов КШ1 и КШ2.

На 36-й (1-й) позиции реостатный контроллер останавливается, так как катушки РВ1 и СР1 теряют питание вследствие размыкания блок-контактов РК2-4 (2В — 2Р) и эти реле своими контактами разрывают цепи питания якоря и обмотки возбуждения СДРК. Цепь фиксации вала РК та же, что и на 18-й позиции положения «Ход 2». Этой позиции соответствует автоматическая характеристика параллельного соединения групп двигателей с ослабленным до 35 % возбуждением и пониженной уставкой РУТ (до 260 А).

Весь процесс пуска происходит под контролем реле РУТ.

Выключение цепей управления. При установке главной рукоятки КВ из рабочих положений в «0» или при срабатывании защиты силовые цепи вагона разбираются: отключение тяговых двигателей от контактной сети происходит с выдержкой времени, обеспечивающей введение сопротивления при отключении линейного контактора ЛК5 для ограничения тока и смягчения толчка вагона. Для этого питание с провода 1 снимается контактами реле времени РВ2, благодаря чему задерживается отключение контакторов ЛК1, ЛК3, ЛК4.

Реостатный контроллер при выключении цепей управления автоматически возвращается на 1-ю позицию следующим образом.

Включаются реле СР1 и РВ1, получая питание по цепи: «плюс» АБ, провод Б2, контакты РЦУ, предохранитель П28, блок-контакты ЛК3 (10АЯ — 10АБ), РК2-18, блок-контакты ЛК4 (10АВ — 2Е), катушки реле СР1 и РВ1, контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ.

Замкнувшиеся контакты реле СР1 и РВ1 создают цепь питания якоря и обмотки возбуждения СДРК по той же цепи, что и в положении «Ход 3». Возврат РК с любой позиции происходит при вращении РК в обратном направлении, так как катушка реле РР обесточена и его размыкающие контакты создают цепь питания обмотки возбуждения. Вращение РК происходит хронометрически.

Вал реостатного контроллера приходит на 1-ю позицию и останавливается, так как рвется цепь питания катушек реле РВ1 и СР1 блок-контактами РК2-18 (10АБ — 10АВ). В результате этого якорь и обмотка возбуждения СДРК теряют питание и, кроме того, якорь затормаживается короткозамкнутым контуром.

Контрольные вопросы

1. Какие провода цепей управления вагона Еж3 получают питание при установке главной рукоятки КВ в положение «Ход 1»?
2. Какие устройства и аппараты обеспечивают выполнение режимов «Ход 2», «Ход 3»?
3. Покажите цепь возврата РК на 1-ю позицию.

§ 53. Цепи управления вагона Еж3 в тормозном режиме

Положение «Тормоз 1» (подтормаживание). Главную рукоятку КВ устанавливают в положение «Тормоз 1», реверсивная остается в том же положении, что и при тяговом режиме.

От главного вала включаются контакторы КВ: У2 — 10АС, У2 — 33Г, У2 — 20. По поездному проводу 20 в каждом вагоне подается напряжение на контакторы ЛК2 и ЛК5 по той же цепи, что и в положении «Ход 1».

Контактор У2 — 33Г, замкнув свои контакты, подает напряжение на катушки реле РВТ и контактора К25 по цепи: «плюс» АБ, провод 10, выключатель ВУ, предохранитель П24А, контактор КВ У2 — 10АС, провод У2, контактор У2 — 33Г, две параллельные ветви: первая — катушка реле РВТ, коробка заземления, «минус» АБ; вторая — контакты устройства АРС, катушка контактора К25, коробка заземления, «минус» АБ. Контакты РВТ (6П-6) включены в цепь провода 6, а контакты К25 (25В — 25) в цепь провода 25, т. е. получают питание поездные провода 6 и 25. По поездному проводу 6 в каждом вагоне получают питание катушки контакторов ТР1, ТР2

и реле РПП1 по следующей цепи: вагонный провод 6, контакты РЦУ, провод 6А, катушки контакторов ТР1, ТР2 и реле РПП1, коробка заземления, «минус» АБ.

После включения контактора ТР1 его блок-контакты 10АД — 10АТ создают цепь питания двигателя СДПП по цепи: «плюс» АБ, провод Б2, контакты РЦУ, предохранитель П28, блок-контакты ЛК3, провод 10Э, блок-контакты ЛК1, ЛК2, блок-контакты ТР1 (10АД — 10АТ), блок-контакты ПС, ПП, ПТ2, катушка ЭТП3, обмотки возбуждения и якоря СДПП, коробка заземления, «минус» АБ.

Переключатель положений переходит в положение ПТ1 и фиксируется в нем, так как двигатель теряет питание — размыкаются блок-контакты ПС, ПП, ПТ2 (10АТ—10АГ) и, кроме того, происходит его торможение электрическим и дисковым электромагнитным тормозом.

В результате перехода переключателя положений на позицию ПТ1 получают питание катушки контакторов КСБ1, КСБ2, ЛК3 и реле РУП и РР по цепи: вагонный провод 6, контакты РЦУ, провод 6А; далее две параллельные цепи: первая — блок-контакты ПТ1, ПТ2; РК1-2, катушка реле РУП, катушки контакторов КСБ1 и КСБ2, коробка заземления, «минус» АБ; вторая — диод, блок-контакты ПТ1, ПТ2, контакты АВТ, РП, блок-контакты РК1, КСБ2, КСБ1, ПС, ПТ1, провод 1Ж, катушка ЛК3, контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ и параллельно — блок-контакты ПС, ПТ1, катушка РР, контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ.

Контактор ЛК3 включается. В результате этого получает питание катушка ЛК4 по цепи: вагонный провод 5, контакты РЦУ, блок-контакты реверсора Вперед, контакты РП, катушка контактора ЛК4, блокировка ЛК3, контакты РРП, коробка заземления, «минус» АБ.

Контактор ЛК4 включается — это означает, что сбор схемы закончен, так как блокировка ЛК4 (24А-0) разрывает цепь красной сигнальной лампы.

Контакторы ослабления возбуждения генераторов КСБ1 и КСБ2 в силовой схеме подключают в силовые тиристорные ключи, а размыкающие блок-контакты контактора КСБ1 (6В — 6Ж) на первых двух позициях РК отключают авторежимную катушку РУТ, в результате чего ток уставки РУТ не зависит от нагрузки вагона.

По вагонному проводу 6 получает питание блок управления БУ тиристорного регулятора по цепи: провод 6А, блок-контакты ПТ1, ПТ2, контакты реле РУП, (6Г—6Д), блок БУ.

Начинается регулирование возбуждения путем поочередной подачи питания на управляющие электроды вспомогательных и главных тиристорных. По окончании процесса регулирования главные тиристоры закрываются и тяговые машины переходят на работу с полным возбуждением.

Положение «Тормоз 1А». При установке главной рукоятки КВ в положение «Тормоз 1А» (см. рис. 123) включаются кулачковые кон-

такторы У2 — 2, 25В — 33Г (проводов 2 и 25). Контакторы У2 — 10АС, У2 — 33Г и У2 — 20 остаются включенными.

По поезвному проводу 25 через контакты РЦУ получает питание удерживающая катушка реле ручного торможения РРТ, но оно не включается, так как магнитный поток этой катушки не в состоянии притянуть якорь.

По поезвному проводу 2 получает питание катушка реле уставок, которое своими контактами в блоке уставок БУ изменяет нагрузочное сопротивление в цепи питания датчика тока возбуждения ДТ2.

В результате этого уставка тока якоря возрастает до 200 А, а по мере снижения скорости движения поезда по цепи коррекции от ДТ2 уставка повышается до 260 А. Одновременно размыкающие блок-контакты контакторов КСБ1 и ТР1 (2Ж — 2А) рвут цепь питания катушек реле СР1 и РВ1. Двигатель СДРК питания не получает и реостатный контроллер стоит на 1-й позиции.

По окончании регулирования возбуждения с блока согласования БС подается сигнал на управляющий электрод тиристора ТТ1 (на рис. 123 не показан) и он открывается. В результате этого подается питание на катушки реле СР1 и РВ1 по цепи: провод 2, контакты РЦУ, БУ блокировки ПС, ПТ1 (2А — 2Б), РК1-17 (2Б — 2Г), блок-контакты ЛК4, катушки реле РВ1 и СР1, контакты РРП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Реле включаются и производят те же операции, что и при положении «Ход 2». Вследствие этого получают питание обмотки возбуждения и якоря СДРК, реостатный контроллер начинает вращаться.

Между позициями размыкаются контакты РКП, замыкаются контакты РКМ1 и РКМ2. В результате получают питание подъемные катушки РУТ и РРТ по цепи: «плюс» АБ провод Б2, РЦУ, предохранитель П16, точка 10АЭ, контакты РКМ2, ПТ1 и далее по двум параллельным цепям: первая — подъемная катушка реле РУТ, блок-контакты ЛК4, коробка заземления, «минус» АБ; вторая — подъемная катушка реле РРТ, резистор, блок-контакты ЛК1, коробка заземления, «минус» АБ.

Реле включаются, при этом реле РРТ своими контактами шунтирует катушку СР1, что вызывает отключение последнего, размыкание контактов СР1 (10Ж — 10М) и замыкание контактов СР1 (10Н — 10У). Хотя контакты СР1 (10Ж — 10М) разрывают цепи питания якоря СДРК, он продолжает вращаться, так как продолжает получать питание через контакты РКМ1.

В следующий момент размыкаются контакты РКМ2, подъемные катушки РУТ и РРТ теряют питание. Реле РУТ отпускает якорь, так как ток в силовой цепи меньше тока уставки, а РРТ продолжает удерживать якорь притянутым под действием магнитного потока удерживающей катушки, питающейся по проводу 25. В следующий момент размыкается контакт РКМ1 и якорь СДРК теряет питание.

Частота вращения якоря уменьшается и вал РК успевает дойти до позиции, на которой замыкаются контакты *РКП* и якорь *СДРК* оказывается замкнутым накоротко контактами *СП1 (10Н — 10У)* и *РКП*. Реостатный контроллер фиксируется на 2-й позиции. Вал РК не будет вращаться до тех пор, пока катушка *СП1* вновь не получит питание. Для этого необходимо главную рукоятку КВ установить в положение «Тормоз 1», что приведет к снятию напряжения с проводов 2 и 25. В результате этого обесточатся катушки реле: *РРТ* (удерживающая), *СП1* и *РВ1*, и они отпустят свои якоря. Контакты реле *РРТ*, которые шунтировали катушку *СП1*, разомкнутся, но вал РК во вращение не придет, так как *СП1* и *РВ1* не получают питания по проводу 2.

Для того чтобы перевести вал РК на следующую позицию, необходимо подать питание на провод 2, поставив главную рукоятку КВ в положение «Тормоз 1А». Тогда снова получит питание якорь *СДРК* по цепи, описанной выше.

Переставляя таким образом рукоятку КВ, машинист может вывести все 18 позиций РК. На 3-й позиции реостатного контроллера блок-контакты *РК1-2 (6Г — 6Ю)* отключают контакторы *КСБ1*, *КСБ2* и реле *РУП*. В результате этого отключаются тиристорные ключи и блок управления *БУ*.

После отключения контакторов *КСБ1* и *ТР1* в цепи провода 2 замкнутся размыкающие контакты *2Ж — 2А*, катушки реле *СП1* и *РВ1* получают питание. Кроме того, блок-контакты *КСБ1 (6В — 6Ж)* замкнут цепь питания авторежимной катушки *РУТ* и уставка *РУТ* при груженом вагоне повысится до 320 А.

При действии системы АРС ручное торможение отсутствует, так как блок-контакты устройств АРС рвут цепь питания катушки контактора *К25*, в результате чего поездной провод 25 разрывается контактами контактора *К25 (25В — 25)* и удерживающая катушка реле *РРТ* находится в обесточенном состоянии.

Положение «Тормоз 2». В положении «Тормоз 2» происходит автоматическое торможение при непрерывном вращении вала РК под контролем *РУТ*.

При установке главной рукоятки КВ в положение «Тормоз 2» включается кулачковый контактор *10—8* в цепи провода 8, отключается контактор *25 — 33Г* в цепи провода 25 и остаются включенными контакторы *У2 — 10АС*, *У2 — 2*, *У2 — 33Г*, *У2 — 20*.

При действии тиристорного регулятора, как и в положении «Тормоз 1А», вал РК стоит на 1-й позиции. После того как генераторы начнут работать с полным возбуждением, подается питание на катушки реле *СП1* и *РВ1* через тиристор блока согласования *БС* по той же цепи, что и в положении «Тормоз 1А».

На 3-й позиции РК блок-контакты *РК1-2 (6Г — 6Ю)* рвут цепь питания катушек контакторов ослабления возбуждения *КСБ1*, *КСБ2* и реле *РУП*, что приводит к их отключению. В результате этого

отключаются тиристорные ключи, а затем отключается блок управления *БУ*.

Блокировки контакторов *КСБ1* и *ТР1 (2Ж — 2А)* создают цепь питания катушек реле *СП1* и *РВ1*, а блок-контакт *КСБ1 (6В — 6Ж)* подает напряжение на авторежимную катушку.

В дальнейшем, по 16-ю позицию включительно, в схеме цепей управления никаких изменений не происходит.

Переход вала РК с одной позиции на другую происходит так же, как и в положении КВ «Ход 2», но под контролем реле *РУТ*.

На 17-й позиции РК подается питание на катушку вентиля замещения *В31* по цепи: «плюс» *АБ*, провод 10, контактор *КВ10-8*, поездной провод 8, и в каждом вагоне предохранитель *П23*, блок-контакты *РК17-18*, катушка *В31*, коробка заземления, «минус» *АБ*. В результате этого срабатывает вентиль замещения и происходит дотормаживание поезда пневматическим тормозом до полной остановки. На 18-й позиции РК блокировка *РК1-17* в цепи провода 2 рвет цепь питания катушек реле *СП1* и *РВ1*. Это приводит к остановке вала РК, как и на 18-й позиции в положении «Ход 2».

При несборе схемы на тормоз с 1-й позиции РК вступает в действие вентиль замещения *В32*. Питание на его катушку подается по цепи: провод 8, предохранитель *П23*, размыкающие блок-контакты *РК1*, *ЛК4*, размыкающие контакты реле *РТ2*, катушка вентиля *В32*, коробка заземления, «минус» *АБ*.

Контроль эффективности электрического торможения осуществляет реле контроля тормозного тока *РКТТ*, шунтовая катушка которого при торможении в зоне высоких скоростей получает питание по проводу 30.

В случае отказа электрического тормоза срабатывает пневматический тормоз от вентиля замещения *В32* или от *ЭПК* системы АРС.

Контрольные вопросы

1. Перечислите провода, получающие питание при установке главной рукоятки КВ в положение «Тормоз 1».
2. В какой момент начинается тиристорно-импульсное регулирование возбуждения?
3. Какие провода получают питание при установке главной рукоятки КВ в положения «Тормоз 1А», «Тормоз 2»?
4. Покажите цепи проводов, получающих питание при установке главной рукоятки в положение «Тормоз 1».

§ 54. Резервное управление поездом

Основные сведения. В эксплуатации по ряду причин может оказаться невозможным управление электропоездом с помощью основного контроллера машиниста, например: короткое замыкание в

проводах 1, 2, 3, 5, 20, отсутствие контакта в кулачковых элементах контроллера машиниста, в выключателе управления ВУ, в контакторе П1-5, короткое замыкание в проводе 10, электрической части УАВА. Поэтому вагоны оборудованы системой резервного управления поездом (рис. 124), которая дает возможность машинисту из головной кабины привести поезд в движение, и, пользуясь для остановки в этом случае только пневматическим тормозом, увести поезд в ближайший тупик или электродепо. Управление поездом осуществляется с помощью контроллера резервного пуска КРП и реле РРП; основной контроллер при этом отключен.

Для приведения поезда в движение надо надеть диэлектрические перчатки и включить контроллер резервного пуска, выключить выключатель управления ВУ, включить кнопочный выключатель КУ14 «Резервный пуск», установленный над пультом управления, и удерживать его во включенном положении до того момента, когда необходимо отключить тяговые двигатели.

Функции цепей резервного управления вагонов Е и Еж3 аналогичны; рассмотрим их действие применительно к вагону Е.

При включении схемы резервного пуска подается питание на катушку РРП по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель ВБ2, предохранитель «Резервное управление» ПБА, установленный в щитке с низковольтными предохранителями, провод 10РЗ, контакты КРП (10РЗ — 14Г), провод 14Г, кнопка КУ14 «Резервный пуск», провод 14, рейка зажимов головного вагона, поездной провод 14 и на каждом вагоне катушка реле РРП, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи головного вагона.

На всех остальных вагонах, кроме головного, цепь «минусового» провода следующая: коробка заземления каждого вагона, заземляющие устройства, ходовые рельсы, заземляющее устройство головного вагона, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи головного вагона.

Катушка РРП, получив питание, притягивает якорь и в результате размыкающие контакты РРП в цепи провода 10Р отсоединяют его от коробки заземления, а замыкающие контакты РРП подсоединяют провод 10Р к аккумуляторной батарее проводом 10РЗ (см. рис. 122).

Таким образом от аккумуляторной батареи головного вагона по поездному проводу 14 (см. рис. 124) включается реле резервного пуска РРП, которое на всех вагонах своими размыкающими контактами отключает провод 10Р, а значит и провода ходового режима 1, 2, 3, 5, 20 от коробок заземления, замыкающими контактами подключает их проводом 10РЗ к «плюсу» АБ. Заземляются провода ходового режима на головном вагоне через соответствующие контакты КРП.

Для возможности высадки пассажиров на станции и включения белых фар при резервном управлении цепи дверей ДР1, проже-

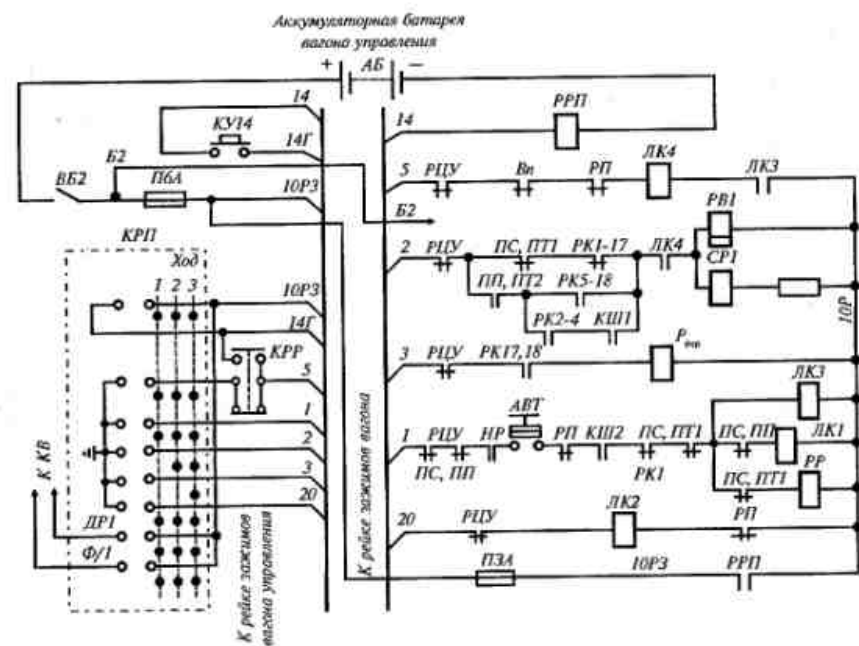


Рис. 124. Схема цепей резервного управления вагоном Е

торов $\Phi/1$ и контроля закрытия дверей после высадки пассажиров заведены в контроллер резервного пуска.

Кроме того, предусмотрена возможность резервного включения мотор-компрессоров и резервного поворота реверсоров при включении кнопки резервного реверсирования КРР.

Для осуществления регулирования скорости движения поезда заземление основных поездных проводов через контроллер резервного пуска производится поочередно в последовательности, заданной основной схемой цепей управления.

Приводы реостатного контроллера (СДРК), переключателя положений (СДПП) и другие аппараты, получающие питание по проводу Б2, управляются так же, как и при нормальном функционировании схемы.

Позиция контроллера резервного пуска «Ход 1» (маневровый режим). На этой позиции от аккумуляторной батареи через замыкающие контакты РРП (10Р — 10РЗ) (см. рис. 124) подается напряжение на провод 10Р и далее на провода 20, 1 и 5.

Катушка линейного контактора ЛК2 (провод 20) получает питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель ВБ2, предохранитель ПБА, провод 10РЗ, предохранитель ПЗА (устанавливается только на головном вагоне), замыкающие контакты РРП,

провод *10P*, размыкающие контакты реле *РП*, катушка *ЛК2*, контакты *РЦУ*, рейка зажимов вагона, поездной провод *20*, рейка зажимов головного вагона, контакты контроллера резервного пуска *КРП (20 — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Катушки линейных контакторов *ЛК1*, *ЛК3* (провод *1*) и реле реверсирования *РР* получают питание по цепи: до провода *10P* аналогично цепи включения *ЛК2*, от провода *10P* три параллельные цепи — катушка *ЛК3*, катушка *ЛК1* размыкающими контактами *ПС*, *ПП*, катушка *РР*, размыкающими контактами *ПС*, *ПТ1*, затем контакты *ПС*, *ПТ1*, контакты *РК1*, *КШ2*, *РП*, *АВТ*, *НР*, *ПС*, *ПП*, контакты *РЦУ*, рейка зажимов вагона, поездной провод *1*, рейка зажимов головного вагона, контакты *КРП (1 — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

По проводу *5* подается питание на катушку линейного контактора *ЛК4* по цепи: до провода *10P* аналогично цепи включения *ЛК2* и далее от провода *10P*: блок-контакты *ЛК3*, катушка *ЛК4*, контакты *РП*, «Вн», *РЦУ*, рейка зажимов вагона, поездной провод *5*, рейка зажимов головного вагона, контакты *КРП (5 — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Контактор *ЛК4* включается, и сбор цепи маневрового режима заканчивается. Последовательно включенные группы тяговых двигателей с ослабленным до 35 % возбуждением подключены к контактному рельсу последовательно с пускотормозными резисторами сопротивлением 4,96 Ом. [Катушки *КШ1* и *КШ2* получают питание по проводу *Б2* (см. рис. 122).]

Позиция контроллера резервного пуска «Ход 2». На этой позиции дополнительно включаются контакты *КРП (2 — 0)* в цепи провода *2*. Контакты *КРП (10P3 — 14Г)*, *КРП (5 — 0)*, *КРП (1 — 0)*, *КРП (20 — 0)* остаются замкнутыми. Начиная со 2-й позиции вала РК катушки *КШ1* и *КШ2* теряют питание, возбуждение тяговых двигателей усиливается до 100 %. Реле *СР1* и *РВ1* (провод *2*) включаются по цепи (см. рис. 124): до провода *10P* аналогично цепи включения контактора *ЛК2*, далее катушка *РВ1* и параллельно с ней катушка *СР1* с лобовочным резистором, затем контакты *ЛК4*, *РК1-17*, *ПС*, *ПТ1*, контакты *РЦУ*, рейка зажимов вагона, поездной провод *2*, рейка вагона, из которого ведется управление, контакты *КРП (2 — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате получают питание обмотка якоря и обмотка возбуждения *СДРК* по цепи провода *Б2* (см. рис. 122).

Вал реостатного контроллера начинает вращаться, выводя из цепи тяговых двигателей пускотормозные резисторы. При переходе на 18-ю позицию вал РК останавливается, так как размыкаются контакты *РК1-17*, катушки *РВ1* и *СР1* обесточиваются. На этой же позиции вала РК по проводу *Б2* подается напряжение на катушки *КШ1* и *КШ2*, возбуждение двигателей снижается.

Таким образом, 18-я позиция соответствует автоматической характеристике последовательного соединения тяговых двигателей с ослабленным до 55 % возбуждением.

Позиция контроллера резервного пуска «Ход 3». На этой позиции дополнительно включаются контакты *КРП (3 — 0)* в цепи провода *3* (см. рис. 124). Контакты *КРП (10P3 — 14Г)*, *КРП (5 — 0)*, *КРП (1 — 0)*, *КРП (2 — 0)*, *КРП (20 — 0)* остаются включенными. По проводу *3* получает питание катушка реле перехода *Р_{пер}* по цепи: до провода *10P* аналогично цепи включения *ЛК2* и далее: катушка *Р_{пер}*, контакты *РК17-18*, *РЦУ*, рейка зажимов вагона, поездной провод *3*, рейка зажимов вагона управления, контакты *КРП (3 — 0)*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

В результате переключения контактов реле *Р_{пер}* разрывается цепь питания катушек контакторов *КШ1* и *КШ2* (возбуждение двигателей усиливается до 100 %), а вал переключателя положений поворачивается в положение «ПП» (см. рис. 122). После этого отключаются контакты *ПС*, *ПТ1* в цепи провода *1* и катушка реле реверсирования *РР* обесточивается — происходит реверсирование *СДРК*.

При замыкании контактов *ПП*, *ПТ2* в цепи провода *2* на катушки *СР1* и *РВ1* подается питание через контакты *РК5-18* и блок-контакты *ЛК4*, в результате чего вал реостатного контроллера вращается в обратном направлении. С 19-й (18-й) по 31-ю (6-ю) позицию происходит выведение ступеней пускотормозного реостата. На 32-й (5-й) позиции вала РК включаются катушки *КШ1* и *КШ2* (по проводу *Б2*), возбуждение двигателей уменьшается до 78 %. Замыкание контактов *КШ1* в цепи провода *2* обеспечит дальнейшее вращение вала РК до 36-й (1-й) позиции с одновременным уменьшением возбуждения двигателей до 35 %.

На 36-й (1-й) позиции вал РК останавливается, так как катушки *СР1* и *РВ1* обесточиваются вследствие размыкания контактов *РК2-4*.

Позиция 36-я соответствует автоматической характеристике параллельного соединения групп тяговых двигателей с ослабленным до 35 % возбуждением.

Торможение поезда при резервном управлении осуществляется пневматическим тормозом.

Для приведения поезда в движение от контроллера резервного пуска в направлении, обратном положению реверсоров, необходимо *КРП* поставить на соответствующую позицию и кратковременно нажать на кнопку резервного реверсирования *КРР* (см. рис. 122, 124). При этом размыкающим контактом *КРР* провод *5* отсоединяется от «земли», а через замыкающие контакты *КРР (14Г — 5)* получает питание катушки «Вперед» («Назад») реверсоров по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель *ВБ2*, предохранитель *П6А*, провод *10P3*, контакты *КРП (10P3 — 14Г)*, провод *14Г*, замкнувшиеся контакты *КРР (14Г — 5)*, провод *5*, рейка зажимов головного вагона, поездной провод *5*, рейка зажимов вагона, контакты *РЦУ*,

контакты реверсора «Назад» (5А — 5Б) [(«Вперед» (4А — 4Б)], катушка вентиля реверсора «Вперед» («Назад»), коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Контрольные вопросы

1. При каких неисправностях в цепях управления переходят на резервное управление поездом?
2. На чем основан принцип резервного управления поездом?
3. Какие электроаппараты, влияющие на сбор цепей в тяговом режиме, заведены в схему резервного управления через КРП?
4. С помощью каких аппаратов осуществляется переключение цепей на резервное управление и каково их назначение?
5. Какие электрические аппараты в схеме резервного управления не заведены через контроллер резервного пуска? По какому проводу они получают питание?
6. Назовите контакты КРП, создающие цепи питания катушек линейных контакторов ЛК1 — ЛК4.
7. Какие электрические аппараты получают питание при включении контактов КРП (2 — 0) и КРП (3 — 0)?
8. Каким образом осуществляется резервное реверсирование тяговых двигателей?
9. Каким образом осуществляется торможение при резервном управлении?

§ 55. Система АЛС — АРС. Контроль эффективности торможения и бдительности машиниста

Система автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости (АЛС — АРС). Она предназначена для непрерывного контроля и регулирования скорости поезда, ограничения ее в пределах допустимой по условиям безопасности движения.

В соответствии с эксплуатационными требованиями устройства АЛС — АРС должны выполнять следующие функции: контролировать состояние пути и передавать кодовый сигнал только в том случае, когда между препятствием и блоком-участком, по которому разрешается движение, будет обеспечен тормозной путь при фактической скорости поезда; непрерывно контролировать скорость поезда и автоматически включать тормоз, если фактическая скорость превысит допустимую; автоматически включать тормоз во всех случаях, создающих опасность для движения (перед занятым участком пути, перед участком пути с поврежденным рельсом и т.п.); исключать сближение движущегося поезда с препятствием на расстояние менее тормозного пути при фактической скорости поезда.

В системе АЛС — АРС имеются путевые и поездные устройства, работающие в строго установленном порядке.

С помощью путевых устройств, используя рельсовые цепи, убеждаются в отсутствии препятствия для движения; в зависимости от числа свободных блоков-участков эти устройства формируют сигнал о допустимой скорости движения. Сигнал, преобразованный в ток различной частоты, идет по рельсовой цепи на подвижной состав. Приемные катушки поездных устройств индуктивно связаны с рельсовой цепью. Поездные устройства непрерывно воспринимают сигнал с пути, расшифровывают и сравнивают его с информацией о фактической скорости движения, поступающей от осевого вагонного датчика. Если фактическая скорость не превышает допустимую, то поездные устройства не оказывают влияния на процесс управления поездом.

В том случае, когда фактическая скорость превышает допустимую или происходит сближение поезда с препятствием, поездные устройства обеспечивают автоматическое служебное торможение поезда до полной его остановки. Автоматическое торможение происходит и в случае, если фактическая скорость оказывается выше допустимой в момент перехода поезда с одного блока-участка на другой. Если после начавшегося торможения поезда машинист нажмет на педаль бдительности, то произойдет автоматический отпуск тормозов, как только фактическая скорость снизится и не будет превышать допустимую. Для обеспечения надежного торможения предусмотрен контроль эффективности действия электрического тормоза и при его отказе автоматическое замещение электропневматическим. Эффективность действия электропневматического тормоза также проверяется, а при его отказе срабатывает экстренный пневматический тормоз под действием электропневматического клапана. Этим гарантируется высокая степень безопасности движения. В случае остановки поезда по сигналам АЛС — АРС на затяжном подъеме предусмотрено исключение возможности скатывания поезда в момент отпуска тормозов при поступлении сигнала, разрешающего движение.

Кодовые сигналы о допустимой скорости движения передаются на подвижной состав токами низкой частоты (75—275 Гц). Предусмотрено пять ступеней допустимой скорости подвижного состава: от 0 до наибольшего значения 80 (90) км/ч. Каждой ступени соответствует определенное значение сигнальной частоты, передаваемой по рельсовой линии:

Значение допустимой скорости на пульте управления машиниста, км/ч	80	70	60	40	0
Сигнальная частота, передаваемая по рельсовой линии, Гц	75	125	175	225	275

Сигнал о допустимой скорости движения воспроизводится в виде цифр на локомотивном указателе в кабине машиниста. Во время движения допустимая скорость меняется в зависимости от изменения длины свободного пути перед движущимся поездом.

Упрощенная структурная схема системы АЛС — АРС приведена на рис. 125. Схема работает следующим образом: датчик пути ДП вырабатывает информацию о состоянии пути, числе и длине блоков-участков, свободных для движения. Шифратор Ш в соответствии с полученной информацией выбирает частоту сигнального тока. Путьевой генератор ПГ преобразует ток промышленной частоты в ток сигнальных частот, который посылается по линии связи ЛС (рельсовой линии) для передачи на подвижной состав. Таким образом, ток сигнальной частоты, протекая по ходовым рельсам, создает вокруг них переменное магнитное поле с частотой, соответствующей частоте сигнального тока.

Приемные катушки ПК поезда подвешены перед первой колесной парой над ходовыми рельсами и находятся в магнитном поле, создаваемом вокруг рельсов сигнальным током. Э.д.с., наведенные в катушках, суммируются; суммарная э.д.с. поступает через блок согласующего устройства БСУ на вход локомотивных приемников БЛПМ 41, БЛПМ 23, БЛПМ 56. Каждый блок содержит два частотных канала. Цифры в обозначении блоков указывают условный номер сигнальной частоты: 1 соответствует 75 Гц, 2 — 125 Гц, 3 — 175 Гц, 4 — 225 Гц, 5 — 275 Гц, 6 — 325 Гц.

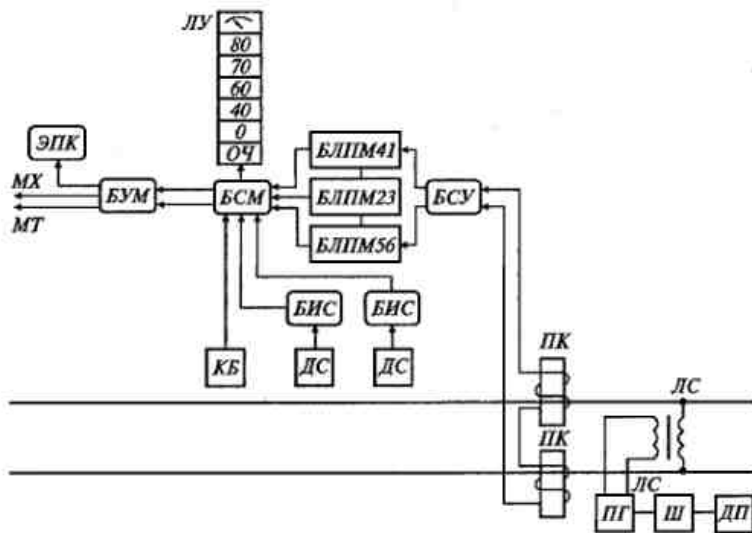


Рис. 125. Принципиальная схема устройства АЛС—АРС

Один из блоков локомотивных приемников, приняв кодовый сигнал, расшифровывает его, усиливает и передает в сигнальный блок БСМ. На основе полученной информации сигнальный блок определяет допустимую скорость движения и запоминает ее. В блоке БСМ происходит сравнение фактической скорости поезда с допустимой.

По результатам сравнения формируется команда для воздействия на систему управления поездом.

Информация о фактической скорости поезда формируется датчиком скорости ДС, расположенным на специальной крышке буксы и связанным с осью колесной пары. При движении датчик скорости вырабатывает импульсы тока с частотой, пропорциональной частоте вращения колеса. Эти импульсы поступают в блок измерения скорости БИС, откуда информация о фактической скорости передается в сигнальный блок БСМ.

В комплект поездной аппаратуры АЛС — АРС входят два блока БИС, каждый из которых работает от одного из датчиков ДС, установленных на обеих колесных парах первой тележки. Два датчика ДС предусмотрены для получения достоверной информации о фактической скорости поезда с учетом возможного заклинивания одной из колесных пар.

В том случае, когда фактическая скорость превышает допустимую, сигнальный блок формирует сигнал и передает его в блок управления БУМ, который воздействует на цепи управления поездом. Если в момент превышения скорости поезд следовал в режиме тяги, то блок управления по магистрали хода МХ выдает команду на отключение тяговых двигателей от питающего напряжения на всех вагонах поезда. Затем по магистрали торможения МТ подается команда на электрическое служебное торможение, т. е. на переключение двигателей в генераторный режим и подключение их к пускотормозным реостатам. Одновременно начинается отсчет выдержки времени электропневматического клапана ЭПК (времени проверки эффективности действия тормозов) для приведения в действие экстренного пневматического тормоза, если произойдет отказ на одном из вагонов электрического или электропневматического тормоза.

При управлении поездом машинист руководствуется сигналами о допустимой скорости, которые высвечиваются на локомотивном указателе ЛУ пульты управления в виде цифровых показаний, а также на указателе фактической скорости движения. Кроме того, на ЛУ предусмотрена информация об отсутствии сигнальной частоты (ОЧ) в рельсовой линии, об отключении двигателей и контроля торможения.

Для того чтобы можно было вести поезд по некодируемому участку или по участку, на который вследствие неисправности подается сигнал, запрещающий движение, нажимают на педаль бдительности; скорость поезда не должна превышать 20 км/ч.

Система АЛС — АРС, обеспечивая непрерывный контроль скорости поезда и гарантируя автоматическое соблюдение установленных

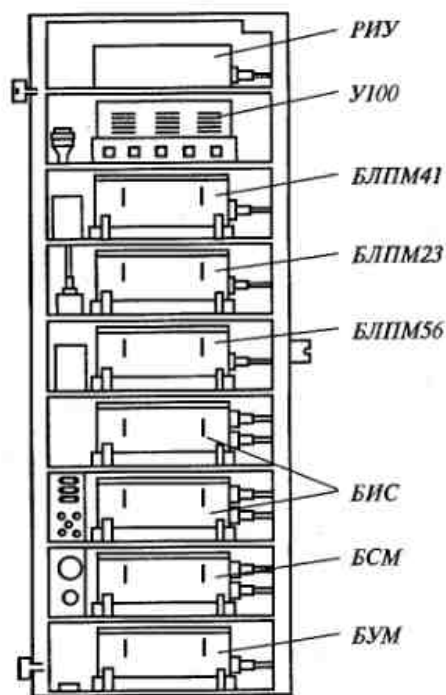


Рис. 126. Расположение блоков АЛС-АРС в раме стativa

скоростей, может работать совместно с системой автоматического управления движением поездов.

Блоки поездных устройств АЛС — АРС размещены в стative (рис. 126), выполненном в виде сварной рамы, имеющей петли; рама навешивается на штыри в аппаратном отсеке вагона. В этом отсеке размещены также радиоинформатор РИУ и усилитель У100.

Устройства АЛС — АРС, обеспечивающие безопасность движения, должны обладать высокой надежностью. Для этого системой технического обслуживания установлена периодичность контроля, проверки и ремонта всех приборов и аппаратуры с соблюдением всех параметров в пределах установленных норм. Электродепо оснащают соответствующими контрольно-измерительными устройствами и проверочными

стендами. При выдаче составов из депо на линию проверяют правильность функционирования поездных устройств и соответствие параметров аппаратуры установленным нормам.

Взаимодействие поездных устройств АРС с вагонными цепями. Поездные устройства АРС при получении команды от напольных устройств на торможение приводят в действие систему АРС. При этом контакты аппаратов АРС рвут цепь поездных проводов, по которым подается напряжение на аппараты, обеспечивающие работу устройства АРС в тяговом режиме, и цепи, соответствующие тяговому режиму, разбираются. Так например, на вагонах Еж3 цепь питания провода 33 рвется контактами реле устройства АРС (33В — 33Е) (см. рис. 123).

После этого от устройств АРС подается питание на поездные провода, обеспечивающие работу цепей в тормозном режиме, в результате чего происходит сбор схемы вагона на тормозной режим. Для этой цели к поездным проводам 6 (в точке В9), 20 (в точке В7), 2 (в точке В6) и 8 (в точке ВИ) подсоединяют провода от устройств АРС.

При действии АРС, независимо от того, в каком положении находится главная рукоятка КВ, обеспечивается только один ре-

жим работы — автоматическое торможение. Цепи управления вагона работают аналогично положению КВ «Тормоз 2».

Для исключения задержки реостатного контроллера от реле ручного торможения РРТ (если главная рукоятка КВ находится в положении «Тормоз 1А») поездной провод 25 разомкнут контактами 25В — 25 электромагнитного контактора К25, поэтому удерживающая катушка реле РРТ при торможении от устройства АРС постоянно обесточена. Если электрическое торможение будет малоэффективным (ток в силовой цепи ниже уставки отпадания якоря РКТТ), контакты токового реле РКТТ создадут цепь питания реле АРС; последние своими контактами обеспечивают срабатывание электропневматического клапана ЭПК. В результате этого вступает в действие экстренный пневматический тормоз.

Контроль эффективности торможения и бдительности машиниста. В зависимости от состояния пути и числа свободных блоков-участков устройства АРС определяют допустимую скорость движения поезда и сравнивают ее с фактической скоростью.

В случае, когда фактическая скорость не превышает допустимую, устройства АРС не влияют на процесс управления поездом.

Если фактическая скорость превышает допустимую, то автоматически отключаются тяговые двигатели и начинается торможение. Торможение будет происходить до тех пор, пока скорость поезда не станет меньше допустимой, а при потере машинистом бдительности — до полной остановки.

Для контроля эффективности электрического тормоза, обеспечивающего надежное торможение, включают специальное токовое реле РКТТ в тормозной контур силовой цепи (см. рис. 119). Если в этом контуре ток достигает установленного значения, то контакты реле создают цепь для возбуждения катушки ЭПК (электропневматического клапана).

В том случае, когда на одном из вагонов РКТТ не срабатывает, электрический тормоз на этом вагоне замещается электропневматическим также с контролем эффективности его действия. Если не срабатывает прибор контроля электропневматического тормоза, то ЭПК с выдержкой времени приводит в действие экстренный пневматический тормоз на всем составе. Выдержка времени ЭПК дифференцируется в зависимости от степени допустимой скорости.

В случае отсутствия сигнальной частоты в рельсовой цепи или другой неисправности устройства АРС обеспечивают контроль бдительности машиниста. С этой целью система АРС дополняется устройствами контроля бдительности машиниста. Они смонтированы на головных вагонах и включают в себя следующее оборудование: ПБ — педаль бдительности (установлена под пультом управления и имеет ножное управление); ВАХ (см. рис. 123) — выключатель аварийного хода (установлен на пульте управления, при нормальной работе состава на линии должен быть отключен); ВОБТ — выключо-

чатель, отключающий воздушный тормоз (установлен на пульте управления, постоянно включен и опломбирован); *РПБ*— реле педали бдительности, катушка которого включается сразу при включении системы АРС и постоянно находится во включенном положении.

После включения *РПБ* замыкаются его контакты в цепи реле *РВ2*, что разрешает (подается напряжение на провод *1*) сбор цепей тягового режима. Одновременно размыкаются контакты *РПБ* в цепи провода *8*, что исключает срабатывание защитного вентиля *ВЗ1*.

При неисправностях устройств АРС машинист отключает их с помощью разъединителя цепей управления АРС. При этом обесточится катушка реле *РПБ*, что вызывает отмену разрешения на сбор схемы тягового режима и принудительное включение вентиля замещения для пневматического торможения состава.

Теперь для приведения поезда в движение необходимо нажать педаль бдительности *ПБ*. Это обеспечит подачу питания на катушку реле *РПБ* в обход контактов отключенного разъединителя, что в свою очередь вызовет отпуск пневматических тормозов и разрешит сбор схемы тягового режима.

Таким образом, отправление поезда станет возможным только при нажатии *ПБ*, с помощью которой осуществляется контроль за бдительностью машиниста. В случае отпуска педали произойдет разбор силовых цепей и включение пневматического торможения на любом режиме движения.

При случайном отпуске *ПБ* пневматического торможения не произойдет, так как реле *РПБ* имеет выдержку времени на отключение 2,0—2,5 с. При нажатии педали *ПБ* в случае, если включены устройства АРС, машинист может вести поезд со скоростью не свыше 20 км/ч на участках с запрещающей частотой и под запрещающее показание светофоров при их неисправности.

Тумблер *ВАХ* можно включать только для пуска поезда, если не замкнулись контакты *РПБ* в цепи *РВ2*.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение системы АЛС — АРС?
2. Из каких основных устройств состоит система АЛС — АРС?
3. В каких случаях поездные устройства вмешиваются в процесс управления поездом?
4. Каким образом передаются на поездные устройства сигналы о допустимой скорости движения?
5. Каковы значения допустимых скоростей движения по системе АЛС — АРС и соответствующие им значения сигнальных частот?
6. Каким образом поездные устройства воздействуют на цепи управления поездом?
7. Из каких блоков состоит статив поездных устройств и где он расположен?

§ 56. Общие сведения о схеме вспомогательных цепей

Вспомогательные цепи вагона (рис. 127) в зависимости от напряжения питания условно делят на вспомогательные цепи высокого напряжения, питающиеся от контактного рельса, и вспомогательные цепи низкого напряжения, питающиеся от аккумуляторной батареи.

Функции вспомогательных цепей вагонов Е и Еж3 аналогичны. Рассмотрим действия этих цепей применительно к вагону Е.

Во вспомогательные цепи каждого вагона входит следующее оборудование:

- автоматический выключатель вспомогательных цепей *АВ*;
- демферный резистор вспомогательной цепи (*Л20 — Л21*);
- высоковольтные плавкие предохранители *П1, П2, П4, П5, П6, П8, П9, П11*;
- контакторы освещения *КО*, мотор-компрессора *КК*, заряда аккумуляторной батареи *КЗ-2*;
- электродвигатель компрессора *МК*;
- добавочные резисторы;
- высоковольтный вольтметр на напряжение 1000 В;
- 30 ламп для освещения пассажирского салона;
- нулевое реле *НР*;
- две лампы прожектора *Ф7, Ф8*;
- три лампы трафарета *Ф9, Ф10, Ф11*;
- две лампы красных фар *Ф2, Ф4*;
- девять ламп аварийного освещения (*11Б — 0*);
- лампа дверной сигнализации (*Д2 — 15А*);
- аккумуляторная батарея *АБ*;
- выключатели *ВУ1* отопления кабины, *ВУ2* аварийного освещения, *ВУ3* освещения кабины;
- печь отопления кабины;
- выключатель батареи *ВБ*;
- вольтметр батареи на напряжение 150 В;
- низковольтные плавкие предохранители, расположенные в щитке ГЦ-6Б (ГЦ-5Б);
- кнопочные выключатели мотор-компрессора *КУ1*, «Закрытие дверей» (у машиниста) *КУ2*, «Закрытие дверей» (у помощника) *КУ3*, «Освещение включено» *КУ4*, «Освещение выключено» *КУ5*, «Открытие левых дверей» (со стороны помощника) *КУ6* и *КУ12* на пульте управления, «Открытие правых дверей» *КУ7*, «Резервное закрытие дверей» *КУ10*, «Дверная сигнализация» *КУ11*, «Резервный пуск» *КУ14*, «Резервный пуск мотор-компрессора» *КУ15*;
- регулятор давления *АК*;
- дверной воздухораспределитель *ДВР* с тремя вентилями;

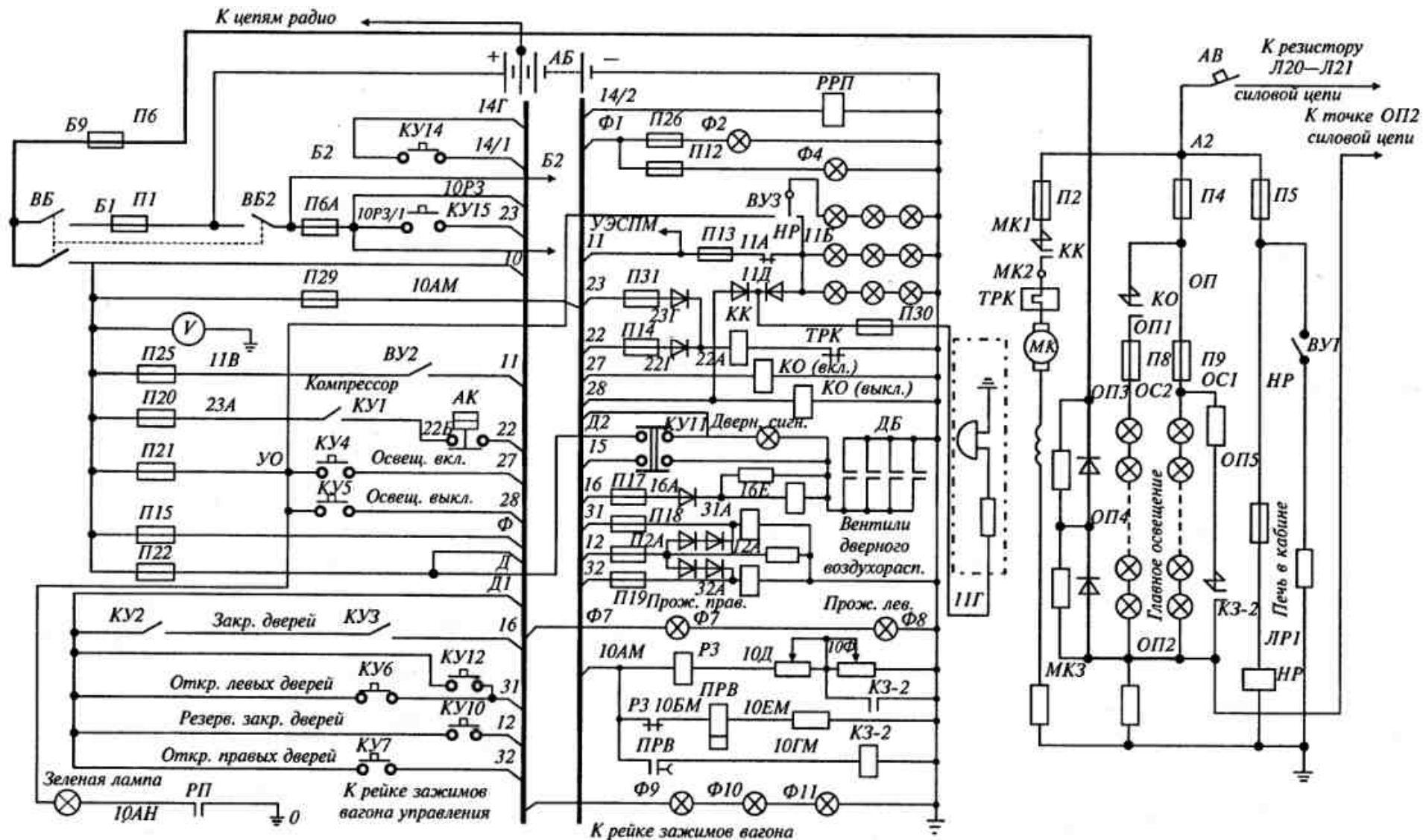


Рис. 127. Схема вспомогательных цепей вагона Е

добавочные и демпферные резисторы;
тепловое реле ТРК.

§ 57. Вспомогательные цепи высокого напряжения

Вспомогательные цепи высокого напряжения (рис. 128) получают питание от контактного рельса через токоприемники *ТР*, силовую соединительную коробку *КС1*, демпферный резистор (*Л20* — *Л21*), автоматический выключатель *АВ*, провод *А2*. Демпферный резистор служит для ограничения токов короткого замыкания и снижения максимальных значений переходных токов, возникающих при колебаниях напряжения в контактной сети, в частности при проездах стрелочных переводов. К проводу *А2* подсоединяются все высоковольтные вспомогательные цепи, каждая из которых защищена плавким предохранителем.

К вспомогательным цепям высокого напряжения относятся цепи: мотор-компрессора; освещения пассажирского салона; нулевого реле и отопления кабины машиниста; подмагничивающих обмоток тяговых двигателей; подзаряда аккумуляторной батареи.

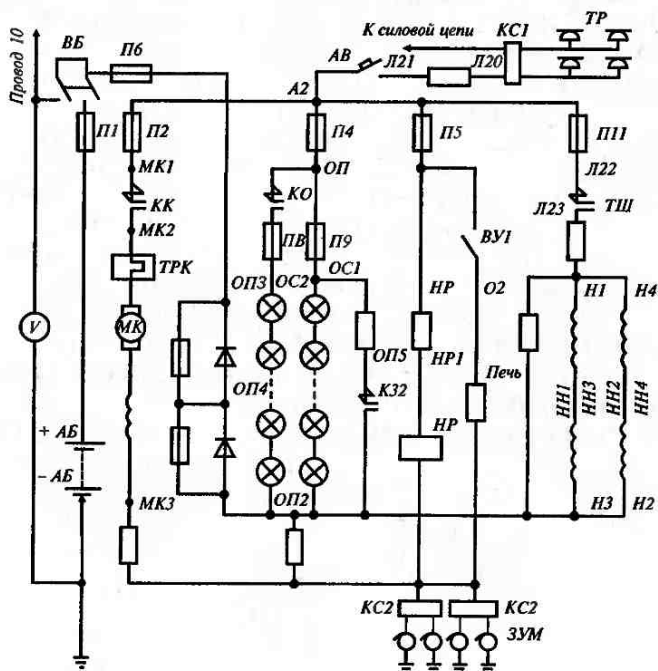


Рис. 128. Схема вспомогательных цепей высокого напряжения вагона Е

Цепь мотор-компрессора. Она включает в себя предохранитель *П2*, контакты контактора компрессора *КК*, биметаллический элемент теплового реле *ТРК*, служащего для выключения мотор-компрессора, когда по его обмотке проходит ток, превышающий рабочий, но меньший тока, при котором сгорает плавкая вставка *П2*; электродвигатель *МК*, демпферный резистор (*МКЗ — 0*), служащий для ограничения тока при пуске двигателя.

Включение двигателя компрессора осуществляется контактами электромагнитного контактора *КК*, подъемная катушка которого получает питание от низковольтной цепи управления двигателем компрессора. После замыкания контактов *КК* ток проходит по цепи: «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники *ТР*, силовая соединительная коробка *КС1*, резистор (*Л20 — Л21*), автоматический выключатель *АВ*, провод *А2*, предохранитель *П2*, контакты контактора *КК*, биметаллический элемент теплового реле *ТРК*, обмотка якоря и обмотка возбуждения *МК*, демпферный резистор (*МКЗ — 0*), коробки заземления *КС2*; заземляющее устройство *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

Цепь освещения пассажирского салона. Она содержит две группы ламп (по 15 шт. в каждой), соединенных параллельно. Лампы в каждой группе соединены последовательно. Лампы газонаполненные мощностью 65 Вт при напряжении 60 В, снабжены самозакорачивающимся устройством, имеют нарезной цоколь. Между держателями нити накала *3* (рис. 129) в нижней части колбы у цоколя закреплены две алюминиевые пластины *2* с изолирующим слоем окиси между ними. Если лампы работают нормально, разность потенциалов между держателями нити составляет 50—60 В, и слой окиси нагревается слабо. При сгорании нити появившаяся дуга нагревает слой окиси до температуры, при которой он перестает быть изолятором. Таким образом предотвращается разрыв цепи, в которой лампы соединены последовательно.

Патроны ламп *1* также имеют устройство самозакорачивания. При вывернутой лампе закорачивающий контакт усилием пружины создает неразрывную цепь питания. Таким образом, перегорание,

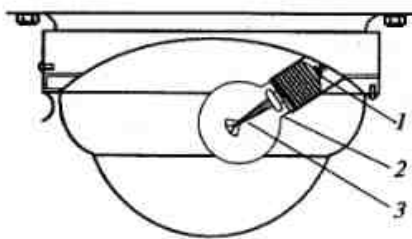


Рис. 129. Устройство светильника

обрыв нити лампы, вывертывание лампы из патрона не нарушают целостность цепи освещения.

В каждой группе можно допустить перегорание не более двух ламп, иначе произойдет повышение напряжения на остальных лампах, что снижает срок их службы. Обе группы ламп получают питание по проводу *А2* через общий предохранитель *П4* (см. рис. 128).

Первая группа ламп (дежурная) подключена непосредственно за предохранителем *П4* и всегда включена, если есть высокое напряжение на вагоне и включен автоматический выключатель *АВ*. В цепь второй группы (рабочей) включены контакты импульсного контактора освещения *КО*; эта группа может быть включена или отключена по желанию машиниста.

Каждая группа ламп защищена своим плавким предохранителем: *П9* в первой группе и *П8* во второй. Обе группы ламп заземляются через аккумуляторную батарею, чем обеспечивается ее подзаряд по цепи: провод *ОП2*, диоды (*ОП2 — ОП3*), предохранитель *П6*, выключатель батареи *ВБ*, предохранитель *П1*, аккумуляторная батарея.

Если не включен выключатель батареи или сгорели плавкие вставки предохранителей *П6* и *П1*, лампы в обеих группах будут гореть вполнакала, так как цепь на «землю» идет через буферный резистор (*ОП2 — 0*). В процессе непрерывного подзаряда батареи этот резистор поддерживает напряжение на ней 70—90 В.

Цепь нулевого реле и отопления кабины. В нее входят катушка нулевого реле *НР*, добавочный резистор (*НР1 — НР*), выключатель отопления *ВУ1*, электропечь и предохранитель *П5*.

Нулевое реле получает питание при включении выключателя *АВ*, а печь, кроме того, может быть включена или отключена выключателем *ВУ1*. Включая и отключая *ВУ1*, можно проверить целостность предохранителя *П5*: если в дугогасительной камере выключателя возникает дуга, то предохранитель цел.

Цепь подмагничивающих обмоток тяговых двигателей. Эта цепь подключается к автоматическому выключателю (проводом *А2*) в тормозном режиме и состоит из предохранителя *П11*, силовых контактов электромагнитного контактора *ТШ*, добавочного резистора (*Л23 — Н1*), подмагничивающих обмоток, соединенных по две последовательно в две параллельные группы.

Чтобы уменьшить перенапряжение, возникающее при отключении контактора *ТШ*, обмотки шунтируют резистором (*Н1 — ОП2*).

Цепь подзаряда аккумуляторной батареи. Поскольку в процессе эксплуатации аккумуляторная батарея разряжается, ее необходимо подзаряжать.

Постоянный подзаряд осуществляется от ламп освещения салона по цепи, указанной выше, и от подмагничивающих обмоток тяговых двигателей в тормозном режиме по цепи: «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс, токоприемники вагона, силовая коробка *КС1*, демпферный резистор (*Л20 — Л21*), автоматический выключатель, предохранитель *П11*, контакты электромагнитного контактора *ТШ* (*Л22 — Л23*), замкнутые только в тормозном режиме, резистор (*Л23 — Н1*). Далее идут три параллельные ветви: первая — обмотки подмагничивания тяговых двигателей *1* и *3*, вторая — обмотки подмагничивания тяговых дви-

гателей 2 и 4, третья — резистор (*Н1 — ОП2*); затем — провод *ОП2*, диоды (*ОП2 — ОП3*), предохранитель *П6*, выключатель батареи *ВБ*, предохранитель *П1*, аккумуляторная батарея, коробка заземления *КС2*, *ЗУМ*, ходовые рельсы, «минусовая» шина тяговой подстанции.

Регулируемый подзаряд аккумуляторной батареи осуществляется по цепи: «плюсовая» шина тяговой подстанции, контактный рельс *ТР*, силовая соединительная коробка *КС1*, демпферный резистор (*Л20 — Л21*), контакты *АВ*, провод *А2*, предохранители *П4*, *П9*, резистор (*ОС1 — ОП5*), силовые контакты контактора подзаряда *К32*, провод *ОП2* и далее аналогично описанному выше.

Регулируемым подзаряд называется потому, что поддерживает неизменным напряжение в проводе *10* независимо от нагрузки на нем.

Контрольные вопросы

1. По какому принципу подразделяются вспомогательные цепи вагона и что является источником питания каждой из них?
2. Перечислите вспомогательные цепи высокого напряжения.
3. Как соединены друг с другом лампы освещения вагона, какие особенности имеют и каким образом включаются в цепь?
4. Чем различаются рабочая и дежурная группы освещения?
5. В какую цепь включен предохранитель *П5* и каким образом можно проверить его целостность?
6. Какова роль постоянного и регулируемого подзарядов аккумуляторной батареи? В чем принципиальное различие между ними?
7. Для чего предназначен резистор (*ОП2 — 0*)?

§ 58. Вспомогательные цепи низкого напряжения

Вспомогательными низковольтными цепями управляют вручную с помощью выключателей, установленных в кабине машиниста. В отличие от управления тяговыми двигателями, где строгая последовательность тех или иных операций обеспечивается конфигурацией кулачковых шайб групповых контакторов, при управлении вспомогательными цепями очередность включения большинства вспомогательных машин и аппаратов не имеет принципиального значения (например, включается сначала отопление, а затем освещение или наоборот).

Принцип косвенного управления поясняет схема, приведенная на рис. 130. При замыкании контактами 2, 3 кнопочного выключателя 4 проводов вспомогательной цепи происходит подключение к аккумуляторной батарее включающей катушки 6 электромагнитного контактора 7, который своими контактами 1 замыкает цепь того или иного электрического аппарата (в данном примере мотор-компрессора 5).

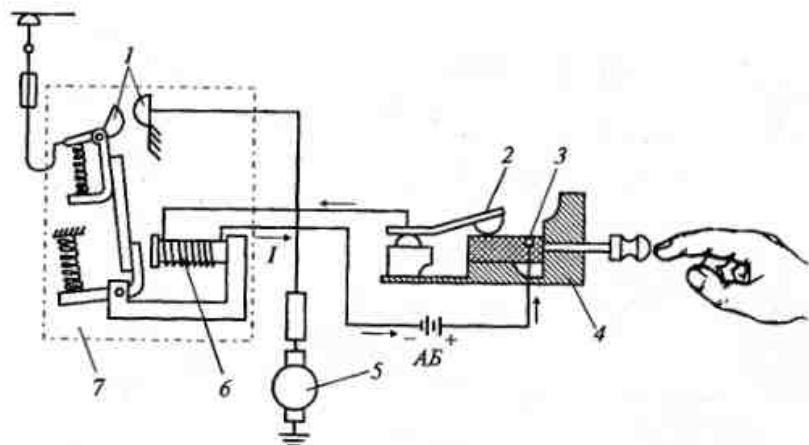


Рис. 130. Схема, поясняющая принцип косвенного управления вспомогательными цепями

Выводы «+» аккумуляторных батарей каждого вагона подключаются параллельно поезвному проводу *10*, через предохранитель *П1* (рис. 131) с помощью выключателей батарей *ВБ*.

Каждая вспомогательная цепь низкого напряжения получает питание по проводу *10* через индивидуальный предохранитель.

К вспомогательным цепям низкого напряжения относятся следующие цепи: управления мотор-компрессором, управления освещением пассажирского салона, аварийного освещения, звонковой сигнализации, управления дверями и сигнализации о положении дверей, красных сигнальных фар, белых фар, управления стабилизацией напряжения в цепи провода *10*.

Цепи управления мотор-компрессором. Контактор *КК* мотор-компрессора включается и отключается автоматически в зависимости от давления воздуха в напорной магистрали.

Мотор-компрессор включают находящимся на пульте управления кнопочным выключателем постоянного действия *КУ1* (рис. 132),

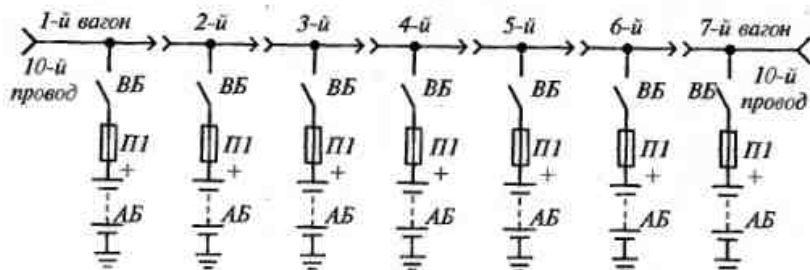


Рис. 131. Схема цепей включения аккумуляторных батарей вагона Е

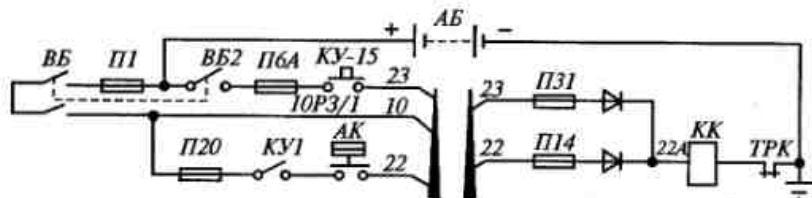


Рис. 132. Схема цепей управления мотор-компрессором вагона Е

напряжение к которому подается по проводу 10 через предохранитель П20. При этом получают питание подъемные катушки контакторов КК по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель батареи ВБ, провод 10, предохранитель П20, выключатель КУ1, замкнутые контакты регулятора давления АК, провод 22, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 22 и далее в каждом вагоне — рейка зажимов, предохранитель П14, диод, подъемная катушка КК, замыкающие контакты теплового реле ТРК, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате в каждом вагоне замыкаются силовые контакты КК (см. рис. 128) и начинают работать мотор-компрессоры.

Когда давление воздуха в напорной магистрали достигнет определенного значения [0,82 МПа (8,2 кгс/см²)], регулятор давления АК отключается, а его контакты рвут цепь провода 22 (см. рис. 132). В результате контакты КК размыкаются и мотор-компрессоры всего поезда перестают работать.

При снижении давления воздуха в напорной магистрали до 0,63 МПа (6,3 кгс/см²) регулятор давления снова включается, и мотор-компрессоры поезда начинают работать.

В случае превышения уставки теплового реле ТРК его биметаллический элемент (см. рис. 128) нагревается и воздействует на размыкающий контакт реле, установленный в цепи катушки контактора КК; мотор-компрессор отключается. Биметаллический элемент остывает и вновь замыкаются контакты ТРК в цепи катушки контактора КК, в результате чего мотор-компрессор снова включается.

Резервный пуск мотор-компрессора. При включении кнопочного выключателя КУ15 («Резервный пуск МК») подается питание на катушку контактора КК по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель ВБ2, предохранитель П6А «Резервное управление», провод 10РЗ/1, выключатель КУ15, провод 23, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 23 и далее на каждом вагоне: предохранитель П31, диод, провод 22А, катушка контактора КК, размыкающие контакты ТРК, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи головного вагона. На всех вагонах, кроме головного, цепь «минусового» про-

вода следующая: коробка заземления каждого вагона, заземляющие устройства ЗУМ, ходовые рельсы, ЗУМ головного вагона, коробка заземления и «минус» аккумуляторной батареи головного вагона.

Особенностью резервного управления мотор-компрессорами является то, что в цепь питания катушки контактора КК не включены контакты регулятора давления АК, поэтому машинист должен следить за давлением в напорной магистрали по манометру и регулировать работу мотор-компрессоров включением и отключением кнопки КУ15, поддерживая давление в магистрали в пределах 0,63—0,82 МПа (6,3—8,2 кгс/см²).

Цепи управления освещением пассажирского салона. По поездным проводам 27 и 28 (рис. 133) получают питание включающая и отключающая катушки контактора освещения КО.

При включении из кабины управления кнопочного выключателя КУ4 «Освещение включено» подается кратковременно питание на включающую катушку импульсного контактора КО по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель батареи ВБ, провод 10, предохранитель П21, выключатель КУ4, провод 27, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 27 и в каждом вагоне — провод 27, включающая катушка контактора КО, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате силовые контакты КО (см. рис. 128) замыкаются и благодаря защелке остаются замкнутыми, хотя включающая катушка обесточилась.

Чтобы отключить контактор, надо подать кратковременно питание на его отключающую катушку, нажав кнопку КУ5 «Освещение отключено» (см. рис. 133). Отключающие катушки контакторов КО в каждом вагоне получают питание по поездному проводу 28. Якоря отключающих катушек притянутся и освободят от защелки хвостовики якорей включающих катушек КО. В результате силовые контакты КО разомкнутся и отключат цепь рабочего освещения поезда.

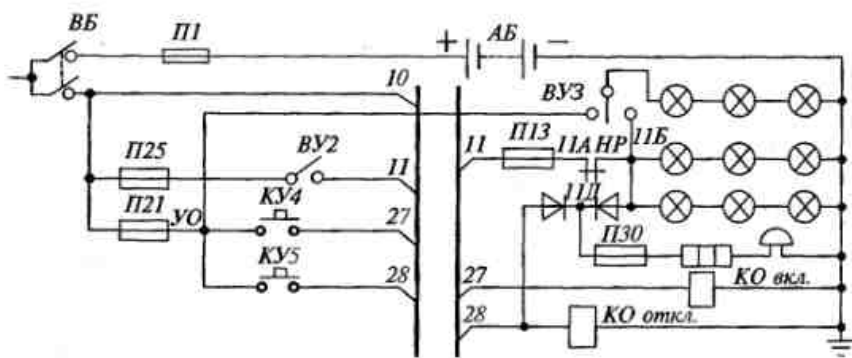


Рис. 133. Схема цепей управления освещением и звонковой сигнализацией

вагоне — предохранитель П17 в проводе 16, диод (16А — 16Е), катушка вентиля ДВР, контакты дверных блокировок ДБ, замкнутые при открытых дверях, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. В результате двери всего поезда закрываются, контакты ДБ размыкаются.

Диод в цепи катушки вентиля ДВР установлен с целью не допустить подачи напряжения с проводов 15 или Д2 на провод 16 через лампу сигнализации дверей и катушку вентиля ДВР.

Параллельно катушке вентиля ДВР в цепи провода 16 подключен демпферный резистор (16Е — 15А), который гасит э.д.с. самоиндукции, возникающую в катушке вентиля при размыкании дверных блокировок.

Для открытия дверей сначала выключают любую из кнопок «Закрытие дверей», т. е. снимают питание с катушки вентиля ДВР (16Е — 15А). Если это условие не будет выполнено, то при включении выключателя «Открытие дверей» (левых или правых) произойдет «игра» дверей, т. е. они будут открываться и мгновенно закрываться.

Включением импульсной кнопки КУ6 (со стороны помощника машиниста) или параллельно ей кнопки КУ12 (на пульте управления) подается питание на катушку вентиля ДВР «Открытие левых дверей» по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель батареи ВБ, провод 10, предохранитель П22, провод Д, контакты реверсивного вала контроллера машиниста (Д — Д1), провод Д1 (общий провод управления дверями), кнопка КУ6 или КУ12, провод 31, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 31 и в каждом вагоне предохранитель П18 в вагонном проводе 31, катушка вентиля открывания левых дверей, коробка заземления, «минус» аккумуляторной

батареи. В результате вентиль срабатывает, и левые двери открываются.

Чтобы открыть правые двери, включают импульсную кнопку КУ7, расположенную на пульте машиниста, и катушка вентиля ДВР «Открытие правых дверей» получает питание по цепи: до общего провода управления дверями Д1 цепь та же, что и при открывании левых дверей, далее — кнопка КУ7, провод 32, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 32 и в каждом вагоне — предохранитель П19, катушка вентиля «Открытие правых дверей», коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Вентиль срабатывает, и правые двери открываются.

В случае неисправности выключателя «Закрытие дверей» или невозможности закрыть двери по цепи провода 16 пользуются кнопкой импульсного действия КУ10 «Резервное закрытие дверей». При этом одновременно получают питание катушки вентиля правых и левых дверей по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель батареи ВБ, провод 10, предохранитель П22, провод Д, контакты реверсивного вала (Д — Д1), провод Д1, выключатель КУ10, провод 12, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется управление, поездной провод 12 и в каждом вагоне предохранитель П24, далее две параллельные цепи диодов, через которые оказываются включенными одновременно катушки вентиля открытия правых и левых дверей, что обеспечивает закрытие дверей вагона.

Диоды не допускают попадания питания на провод 12 при открытии правых или левых дверей.

Сигнализация о положении дверей состава осуществляется лампой (15 Вт, 120 В) с патроном «Сван-миньон»: она загорается на вагоне, из которого осуществляется управление.

Для сигнализации о положении дверей состава используются контакты ДБ, которые установлены на каждой стороне двери. Контакты блокировок всего поезда соединены параллельно через поездной провод 15.

При открытых дверях поезда (или хотя бы одной двери) в вагоне, из которого ведется управление, загорается сигнальная лампа, получая питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель ВБ, провод 10, предохранитель П22, провод Д, контакт реверсивного вала (Д — Д1), провод Д1, диод, шунтируемый резистором (Д1 — Д2) для предохранения его от перенапряжений, возникающих при коммутации цепи, провод Д2, сигнальная лампа (Д2 — 15А), замкнутые контакты дверных блокировок, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

При закрытых дверях лампа гаснет.

Для обнаружения вагона с неисправной дверной блокировкой (лампа горит, а двери закрыты) служит кнопочный выключатель КУ11. При включении его на каждом вагоне дверные блокировки данного вагона отсоединяются от дверных блокировок других ва-

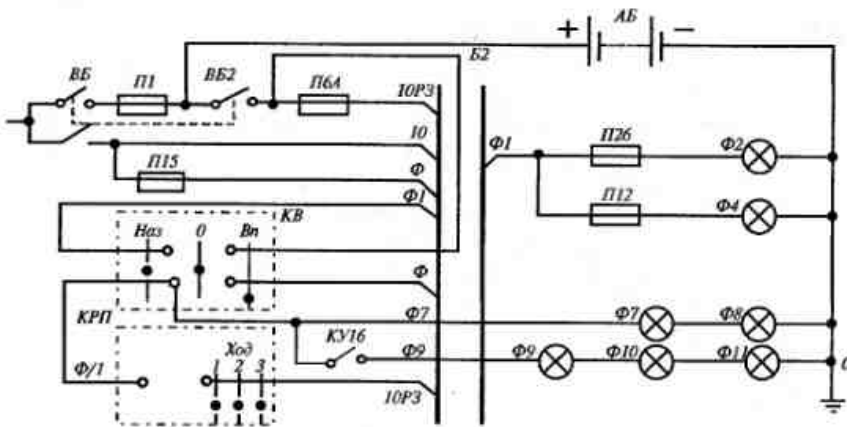


Рис. 135. Схема цепей белых и красных сигнальных фар на вагоне Е

тонов, так как разрывается цепь провода 15 размыканием контактов (15 — 15А). Дверная лампа вагона получает питание через контакты выключателя КУ11 непосредственно от провода 10 по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель батареи ВБ, провод 10, предохранитель П22, провод Д, контакты выключателя КУ11 (Д — Д2), сигнальная дверная лампа, дверные блокировки данного вагона, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Загорание лампы свидетельствует о неисправности какой-либо дверной блокировки данного вагона.

Диод (Д1 — Д2), установленный между проводами Д1 и Д2, не допускает попадания напряжения на провод Д1, от которого питаются все дверные цепи.

Управление работой дверей от контроллера резервного пуска. При неисправностях в цепях управления поездом или кулачкового контактора реверсивного вала (Д — Д1) катушки вентилях дверного воздухораспределителя и лампа дверной сигнализации получают питание, минуя контактор (Д — Д1). Цепь питания следующая: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель ВБ2, предохранитель П6А, провод 10РЗ, контакты КРП (10РЗ — ДР1), провод ДР1, провод Д1, минуя контакты реверсивного вала (Д — Д1); далее, как и при нормальной работе, включением соответствующих выключателей или кнопок подается питание на поездные провода 31, 32, 12 и 16, включаются вентили ДВР, а через диод (Д1 — Д2) подается напряжение на провод Д2, питающий лампу дверной сигнализации.

Заканчиваются цепи в коробке заземления, соединенной с «минусом» аккумуляторной батареи головного вагона.

Цепи красных сигнальных фар. Красные сигнальные фары служат для ограждения хвоста поезда при движении и стоянке. Цепь состоит из двух параллельно включенных ламп Ф2 и Ф4 (рис. 135) мощностью по 15 Вт, напряжением 120 В. Лампы включаются, если реверсивная рукоятка контроллера машиниста установлена в положение «0» или «Назад». В этом случае лампы фар получают питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель ВБ2, провод Б2, контакты реверсивного вала (Б2 — Ф1), замкнутые при положениях реверсивного вала «0» или «Назад», провод Ф1, и далее по двум параллельным цепям: предохранитель П12, правый сигнальный фонарь, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи и предохранитель П26, левый сигнальный фонарь, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Цепи белых фар. Они состоят из двух последовательно соединенных ламп (60 Вт, 36 В) ближнего света и трех последовательно соединенных ламп (40 Вт, 24 В) дальнего света (трафарета), которые включаются, если реверсивная рукоятка контроллера машиниста установлена в положение «Вперед». В этом случае фары ближ-

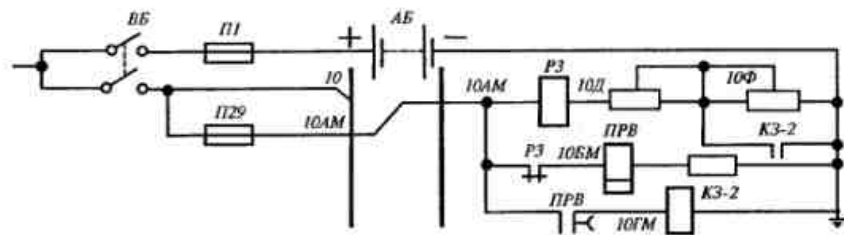


Рис. 136. Схема цепей стабилизации напряжения на проводе 10 на вагоне Б

него света получают питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель П1, выключатель батареи ВБ, провод 10, предохранитель П15, провод Ф, контакты реверсивного вала (Ф — Ф7), замкнутые при положении реверсивной рукоятки «Вперед», провод Ф7, лампы фар ближнего света Ф7, Ф8, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

При включении выключателя КУ16 фары дальнего света получают питание до контактов КУ16 (Ф7 — Ф9) по той же цепи, далее — провод Ф9, лампы фар дальнего света Ф9, Ф10, Ф11, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Цепи белых фар в схеме резервного управления. При резервном управлении поездом белые фары ближнего света получают питание по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, выключатель батареи ВБ2 (см. рис. 135), предохранитель П6А, провод 10РЗ, контакты КРП (10РЗ — Ф/1), провод Ф/1, который соединен с проводом Ф7, минуя контакты реверсивного вала (Ф — Ф7), провод Ф7, фары ближнего света. При включении тумблера КУ16 получает питание провод Ф9, а от него фары дальнего света. Заканчиваются цепи фар ближнего и дальнего света в коробке заземления, соединенной с «минусом» аккумуляторной батареи головного вагона.

Цепи управления стабилизацией напряжения на проводе 10. Стабилизацию напряжения в цепи провода 10 осуществляют реле заряда РЗ и промежуточное реле времени ПРВ (рис. 136), которые управляют работой контактора подзаряда КЗ-2.

Реле РЗ и ПРВ установлены на панели ПР-111Б в кабине машиниста.

Напряжение к катушкам РЗ, ПРВ и КЗ-2 подается по проводу 10 через предохранитель П29 и провод 10АМ.

В цепи катушки реле РЗ включены регулируемые резисторы, с помощью которых создается перепад напряжений на включение и отключение реле. Резистором (10Д — 10Ф) осуществляют регулировку на включение реле РЗ, а резистором (10Ф — 0) — на его отключение.

При уменьшении напряжения на проводе 10 якорь реле РЗ отпадает и в цепи катушки ПРВ замыкаются размыкающие кон-

§ 59. Защита электрических цепей вагона

такты *P3 (10AM — 10БМ)*. Реле *ПРВ* включается и замыкает свои замыкающие контакты (*10AM — 10ГМ*) в цепи катушки контактора *K3-2*. Контакт *K3-2* включается, обеспечивая своими замкнутыми силовыми контактами подзаряд аккумуляторной батареи через зарядный резистор (*ОС1 — ОП5*) по указанной выше цепи (см. рис. 128). Кроме того, при включении контактора *K3-2* замыкается его контакт (*10Ф — 0*) (см. рис. 136), шунтируя резистор (*10Ф — 0*) в цепи катушки реле *P3*.

При увеличении напряжения на проводе *10* якорь *P3* притягивается к сердечнику, в результате чего контакты *P3 (10AM — 10БМ)* размыкаются, и катушка *ПРВ* обесточивается. Реле *ПРВ*, отключаясь с выдержкой времени 0,6 с, размыкает свои замыкающие контакты в цепи катушки *K3-2*. В результате контактор *K3-2* отключается и разрывает цепь регулируемого подзаряда (подзаряд аккумуляторной батареи от ламп освещения и подмагничивающих обмоток тяговых двигателей остается).

Выдержка 0,6 с при срабатывании реле *ПРВ* необходима для надежного включения реле *P3*. При этом контактор *K3-2*, оставаясь включенным, не допускает снижения напряжения на проводе *10*.

Контрольные вопросы

1. Каким образом осуществляется включение низковольтных вспомогательных цепей?
2. Каким образом происходит автоматическое включение и выключение мотор-компрессоров? В каких случаях машинист управляет работой мотор-компрессора вручную?
3. Когда автоматически включается аварийное освещение? Каково назначение выключателей *ВУ2* и *ВУ3*?
4. Какие функции выполняет звонковая сигнализация?
5. В каких случаях группа рабочего освещения каждого вагона может отключиться автоматически?
6. Какие электрические аппараты управляют работой дверей?
7. Покажите на схеме электрические цепи, по которым осуществляется закрытие и открытие правых и левых дверей?
8. Каково назначение дверных блокировок?
9. В каких случаях используются кнопкой «Резервное закрытие дверей» и по какой электрической цепи оно осуществляется?
10. В чем заключается причина «игры» дверей? Какое условие необходимо выполнить, чтобы включить выключатель открывания дверей?
11. Каким образом осуществляется сигнализация о положении дверей состава?
12. В каком случае управление работой дверей осуществляется от контроллера резервного пуска и по какой цепи?

Защита силовых цепей. При эксплуатации вагонов в некоторых случаях возникают нештатные режимы работы, вследствие которых электрооборудование может быть повреждено. К таким режимам относятся следующие: короткие замыкания, вызванные пробоем изоляции электрооборудования и перебросом электрической дуги между токоведущими частями аппаратов и машин или токоведущими частями и заземленными конструкциями; перегрузки двигателей из-за неправильной работы аппаратов силовых цепей; нарушение сцепления колес с рельсами при электрическом торможении; включение тяговых двигателей без пусковых резисторов, что может возникнуть при снижении или снятии напряжения с контактного рельса и быстром последующем восстановлении его (это может привести к круговому огню на коллекторах двигателей) и пр.

В таких случаях силовая цепь отсоединяется от контактного рельса линейными контакторами с помощью аппаратов защиты (рис. 137).

В тяговом режиме защита от токов короткого замыкания и токов перегрузки осуществляется с помощью следующих реле перегрузок: *РПЛ* (см. рис. 104), включенного в общую силовую цепь; *РП1-3*, включенного в цепь тяговых двигателей *1* и *3*; *РП2-4*, включенного в цепь тяговых двигателей *2* и *4*, и, если они не сработают, главного предохранителя *П*. Реле перегрузки срабатывают при увеличении тока, протекающего через их катушки, включенные последовательно с тяговыми двигателями, выше определенного значения (уставки). В этом случае силовая цепь разрывается линейными контакторами и отсоединяется от контактного рельса.

Силовая схема выполнена таким образом, что защита срабатывает при аварийных режимах на любых участках силовой цепи. Не защищена небольшая часть цепи, в которую входят токоприемники и силовой кабель до главного предохранителя. При повреждении изоляции указанных элементов их отключение от контактной сети осуществляется быстродействующим автоматическим выключателем тяговой подстанции.

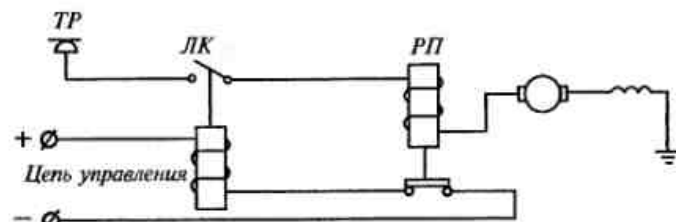


Рис. 137. Схема защиты двигателей с помощью реле перегрузки

РЦУ, резистор, замыкающие блок-контакты линейного контактора *ЛК4*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Если цепь не собирается на одном или нескольких вагонах, красная лампа будет продолжать гореть вполнакала.

При срабатывании реле перегрузки красная лампа загорается в управляемой кабине полным накалом, так как в цепи питания лампы контакты реле перегрузки *РП*, замкнувшись, шунтируют резистор (*18А — 18Б*); одновременно загорается зеленая лампа в кабине того вагона, на котором сработало *РП*.

Цепь питания зеленой лампы следующая: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель *П1*, выключатель *ВБ*, провод *10*, предохранитель *П21*, зеленая лампа, контакты *РП*, замкнувшиеся при срабатывании *РП*, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Зеленая лампа горит до тех пор, пока реле перегрузки не будет восстановлено нажатием кнопки *КУ9* «Возврат *РП*» в нулевом положении главной рукоятки контроллера машиниста.

Для определения неисправного вагона (вагона, на котором не собралась цепь), предусмотрена специальная кнопка *КУ8* «Сигнализация». Порядок определения неисправного вагона следующий. Главную рукоятку контроллера устанавливают в одно из рабочих положений, нажимают кнопку «Сигнализация». В этом случае подается питание на катушку реле *РЗ-2* по цепи: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель *П1*, выключатель *ВБ*, провод *10*, выключатель *ВУ*, предохранитель *П24*, кулачковый контактор контроллера, провод *У2*, кнопка *КУ8*, провод *24*, рейка зажимов вагона, из которого ведется управление, поездной провод *24*, рейка зажимов вагона, контакты *РЦУ*, катушка реле *РЗ-2*, диод, блок-контакты *ЛК4*, замкнутые, если цепь не собралась, коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи.

Проходящий по катушке *РЗ-2* ток создает магнитный поток и якорь притянется к сердечнику, в результате чего сработает реле *РП*. (Реле *РП* и *РЗ-2* имеют общую блокировочную систему, см. рис. 80.)

При таком принудительном срабатывании реле *РП* в кабине вагона, из которого ведется управление, красная лампа *РП* загорится полным накалом (замкнутся контакты *РП*, а в кабине неисправного вагона загорится зеленая лампа *РП*, которая горит до тех пор, пока не будет нажата кнопка *КУ9* «Возврат *РП*». По прибытии на конечную остановку машинист по включенной зеленой лампе может определить вагон с неисправной цепью.

Для восстановления *РП* следует подать напряжение на катушку реле «Возврат *РП*» (см. рис. 138) по цепи провода *17* при нулевом положении главной рукоятки: «плюс» аккумуляторной батареи, предохранитель *П1*, выключатель батареи *ВБ*, провод *10*, выключатель управления *ВУ*, предохранитель *П24*, провод *10АК*, контакты контроллера машиниста (*10АК — У2*), кнопка *КУ9* «Возврат *РП*», провод *17*, рейка зажимов вагона, из которого осуществляется уп-

равление, поездной провод *17* и в каждом вагоне — контактор *РЦУ*, катушка реле «Возврат *РП*», коробка заземления, «минус» аккумуляторной батареи. Срабатывание реле «Возврат *РП*» приводит через общую блокировочную систему к восстановлению *РП*, т. е. возврату его в исходное положение.

Контрольные вопросы

1. Каким образом осуществляется контроль за работой электрических цепей вагона?
2. О каких режимах работы схемы сигнализирует красная лампа на пульте машиниста?
3. В каких случаях красная сигнальная лампа горит вполнакала, а в каких полным накалом? Почему?
4. Для чего служат кнопки «Сигнализация» и «Возврат *РП*»?

ГЛАВА X. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА И ПРАВИЛАХ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ

§ 61. Система планово-предупредительного ремонта

Основная задача правильного технического обслуживания подвижного состава заключается в своевременном предотвращении появления неисправностей, обнаружении износов и повреждений оборудования вагонов, устранении всех неисправностей, угрожающих безопасности движения и ухудшающих условия проезда пассажиров.

На метрополитенах действует прогрессивная система планово-предупредительного обслуживания и ремонта. Она предусматривает проведение технического обслуживания (ТО), текущего ремонта (ТР) и капитального ремонта (КР) в строго установленные сроки, несмотря на то, что вагоны могли бы еще нормально работать на линиях.

Техническое обслуживание ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4 выполняют для предотвращения неисправностей, а следовательно, для обеспечения бесперебойной работы электропоездов и безопасности движения, а также для поддержания электропоездов в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии.

Техническое обслуживание первого объема ТО-1 производят в пункте технического обслуживания через 8—14 ч работы состава на линии. Время выполнения ТО-1 не менее 7 мин на каждый вагон; например, для семивагонного состава оно составляет 50 мин. При ТО-1 слесари-осмотрщики и локомотивная бригада проверяют состояние ходовых частей вагона, токоприемников, автосцепок, убеждаются в отсутствии повреждений подвагонного оборудования, определяют степень нагрева подшипников колесных пар и тяговых двигателей, выполняют уборку пассажирского салона.

Техническое обслуживание второго объема ТО-2 производят через $3,75 \pm 1,0$ тыс. км пробега вагона. При ТО-2 необходимо не менее 20 мин на каждый вагон, т.е. для семивагонного состава — 2 ч 20 мин. Дополнительно к объему работ ТО-1 комплексная бригада слесарей-осмотрщиков осматривает электрические аппараты со вскрытием их кожухов, оборудование в кабине машиниста и в пассажирском салоне, проверяет регулировку тормозов.

Техническое обслуживание третьего объема ТО-3 производят, когда вагон пройдет $7,5 \pm 2,0$ тыс. км после предыдущего ТО-3. Время выполнения ТО-3 не менее 25 мин на вагон. Дополнительно к объему работ ТО-2 слесари-осмотрщики осматривают коллекторы и щетки тяговых двигателей, проверяют некоторые габаритные и регулировочные размеры.

При техническом обслуживании ТО-4 выполняют обточку бандажей колесных пар без выкатки их из-под вагонов с целью поддержания оптимального проката.

Любое техническое обслуживание производят во время планового отстоя состава между утренними и вечерними часами пик, а ТО-1 — также и при ночных отстоях.

Текущий ремонт ТР-1, ТР-2, ТР-3 выполняют для восстановления основных эксплуатационных характеристик, приведения в исправное и работоспособное состояние вагонов электропоездов. При текущем ремонте осуществляют ревизию, ремонт и замену отдельных узлов и деталей, регулировку, испытания, а также частичную модернизацию.

Ремонт ТР-1 производят через (60 ± 10) тыс. км пробега вагона. Время нахождения в ремонте не более 10 ч. Как правило, ТР-1 выполняют во время плановых длительных отстоев, часть работ производят в ночное время. При такой организации ремонта все составы эксплуатационного парка в часы пик выпускаются на линию.

При ТР-1 выполняют все работы, предусмотренные ТО-3; вагоны расцепляют и прокатывают для осмотра поверхности катания колес, зачистки коллекторов тяговых двигателей, осмотра тяговой зубчатой передачи, проверки на слух работы подшипников колесных пар и тяговых двигателей. Открывают, осматривают, зачищают и регулируют все электрические аппараты и пневматические приборы. Ремонт ТР-1 выполняет комплексная бригада слесарей-ремонтников на отстойных путях депо.

Ремонт ТР-2 производят через (175 ± 15) тыс. км пробега. Время простоя в нем двое суток. При этом ремонте дополнительно к работам на ТР-1 выполняют проточку коллекторов тяговых двигателей и частичную замену колесных пар, тяговых двигателей и других узлов и деталей, износ которых выше нормы.

Ремонт ТР-3 вагона производят после (350 ± 20) тыс. км его пробега. Время простоя в ремонте трое суток. Выкатывают, полностью разбирают и ремонтируют тележки. Ответственные детали проверяют на магнитном и ультразвуковом дефектоскопах. Все колесные пары и тяговые двигатели отправляют на полное освидетельствование и в заводской ремонт. При необходимости выполняют внутреннюю и наружную окраску вагонов. В этом случае простой вагона может быть увеличен до семи суток.

Ремонт ТР-2 и ТР-3 производит специальная бригада слесарей на участке подъемного ремонта, оборудованного грузоподъемными механизмами. Качество профилактических обслуживаний и ремонта контролируют бригады слесарей и мастера, а также машинисты-инструкторы и приемщики подвижного состава.

После выполнения ТР-2 и ТР-3 осуществляют обкатку вагона на деповских путях или на линии (только не в часы пик) в присутствии приемщика и одного из руководителей депо.

Капитальный ремонт первого (КР-1) и второго (КР-2) объемов выполняют на заводах по ремонту электроподвижного состава или в депо на специально оборудованных, имеющих необходимую технологическую оснастку ремонтных участков. При этих видах ремонта производят разборку и освидетельствование всех частей оборудования, замену поврежденных деталей новыми, восстановление изношенных. Восстанавливают гальваническое декоративное покрытие внутренних поверхностей оборудования, обивку диванов, покрытия полов, стен и потолка, окрашивают весь вагон.

Между КР-1 установлен пробег 700—900 тыс. км, между КР-2 пробег 2,75—3,75 млн км. Простои вагонов в ремонте КР-1 составляют 15—25 дней, в КР-2 — от 35 до 40 дней.

Схема системы планово-предупредительного ремонта и технических обслуживаний, нормы пробегов вагонов между техническими обслуживаниями и ремонтом приведены на рис. 139.

Для метрополитенов характерна неравномерность движения в различное время суток. В часы пик на линии работают почти все составы, в середине дня часть составов заходит в депо для технического обслуживания и ремонта, а также для длительного отстоя в период спада движения. В ночное время большинство составов направляют в депо, а незначительную часть (10%) — для отстоя на линии в тупиках и на станциях.

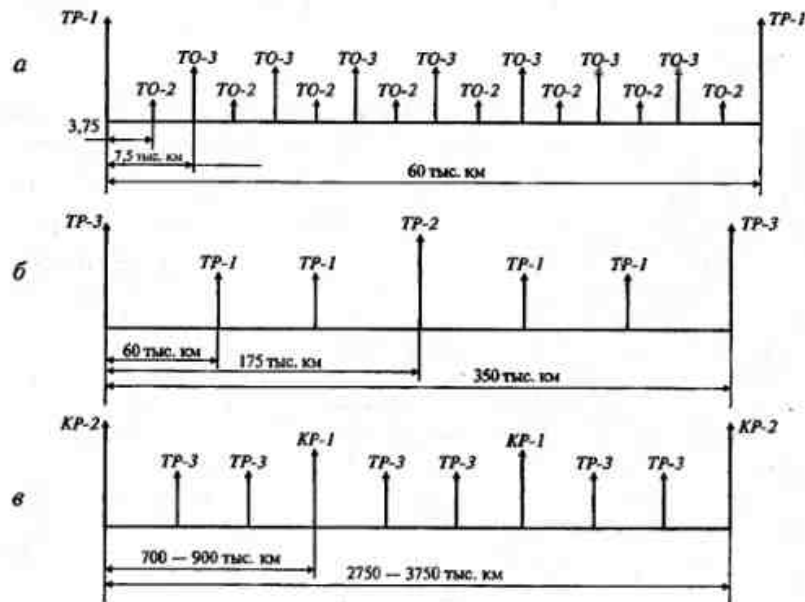


Рис. 139. Схема системы технических обслуживаний и ремонтов вагонов метрополитена

Четкое планирование времени нахождения в отстое и работы на линии подвижного состава позволяет систематически производить осмотры и ремонт вагонов, выполнять влажную и сухую уборку салонов, содержать подвижной состав в технически исправном состоянии, организовывать четкую работу ремонтных бригад в депо и на линейных пунктах технического обслуживания.

Контрольные вопросы

1. Каковы задачи и структура системы ремонта и технического обслуживания подвижного состава метрополитена?

2. Для чего проводят техническое обслуживание? Какие работы и с какой периодичностью выполняют при ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4? Каково время простоя вагонов в каждом из них?

3. Для чего проводят текущий ремонт? Каковы периодичность ремонта и время простоя вагонов в нем? Перечислите работы, выполняемые при ТР-1, ТР-2, ТР-3.

4. Каковы периодичность КР-1, КР-2 и время простоя вагонов в них? Перечислите работы, производимые при КР-1 и КР-2.

§ 62. Причины производственного травматизма

Полная безопасность работы во многом зависит от знаний рабочими основных правил безопасности и строгого их выполнения. Правила безопасности предусматривают меры и способы предотвращения несчастных случаев и травматизма на производстве.

Различают травмы производственные и бытовые.

К производственным относятся травмы, которые рабочие получают при выполнении производственного задания, к бытовым — травмы, полученные в домашней обстановке, при поездках по личным делам и т. д., не связанные с работой на производстве.

Производственный травматизм может быть следствием ряда организационно-технических причин, создающих условия, которые способствуют возникновению травм. В основном это следующие причины: неисправность оборудования, на котором работают, работа с неисправным инструментом или приспособлением, не соответствующим выполняемой работе; загроможденность рабочих мест, проходов; теснота, вызванная неправильным размещением оборудования и устройств; неровности пола, отсутствие переходных мостиков через канавы; недостаточный инструктаж рабочих и отсутствие контроля за соблюдением правил безопасной работы; нарушение установленного порядка работ или технологического процесса; отсутствие согласованности действий при выполнении работ группой рабочих; отсутствие или неисправное состояние средств индивидуальной защиты; отсутствие или неисправность необходимых ограждений машин и оборудования.

Часто причиной травмы бывает неосторожность самого потерпевшего или несоблюдение им правил безопасной работы. В отдельных случаях в результате этого оказываются пострадавшими другие работники.

Работа на транспорте, в частности в электродепо, связана с повышенной опасностью вследствие наличия большого числа движущихся вагонов, ремонтных канав, а также высокого напряжения. Поэтому соблюдение порядка производства работ, технологических инструкций и правил безопасности всеми работниками имеет важное значение для сохранения их жизни и здоровья.

Контрольные вопросы

1. Какие травмы называются производственными?
2. Перечислите организационно-технические причины, способствующие возникновению травм.

§ 63. Электротравматизм и его предупреждение

Наибольшую опасность при эксплуатации электрического оборудования как на подвижном составе, так и в депо и на ремонтных заводах представляет поражение электрическим током.

По характеру воздействия на человека различают электрический ток неощутимый, осязательный, неотпускающий, фибрилляционный, особо опасный. *Осязательный ток* (до 10 мА), проходя через тело человека, вызывает раздражения. *Неотпускающий ток* (от 10 до 100 мА) приводит к непреодолимым судорожным сокращениям мышц руки, которой человек прикоснулся к проводнику. *Фибрилляционный ток* (более 100 мА) вызывает хаотическое разновременное сокращение волокон сердечной мышцы, что может привести к прекращению кровообращения и смерти. *Особо опасным* является ток более 1 А.

На степень поражения оказывают влияние электрическое сопротивление тела человека, площадь контакта, род тока и уровень напряжения, частота тока, путь протекания и продолжительность его действия, параметры окружающей среды (влажность, температура).

Сопротивление тела человека — величина непостоянная. Оно зависит от состояния кожи, площади и плотности контакта человека с проводником, его психофизиологических и физиологических особенностей. Для расчетов принимается условно среднее сопротивление тела человека, равное 1000 Ом. Оно снижается при потоотделении, увлажнении, загрязнении кожи, при повышении напряжения и частоты тока, увеличении площади контакта с проводником и длительности протекания тока. Снижение сопротивления тела увеличивает опасность поражения током. На степень

поражения влияют место контакта человека с электродом и путь тока. Наиболее опасны следующие пути тока: рука — рука, рука — нога, голова — нога, голова — рука. На исход поражения влияют пол и возраст человека. Женщины и дети более подвержены поражению, чем мужчины. Повышенной восприимчивостью к электрическому току обладают утомленные и больные люди, алкоголики, люди с нарушенной психикой.

Постоянный ток менее опасен, чем переменный. Пробой рогового слоя кожи в результате действия постоянного тока происходит при более высоком напряжении, чем при переменном токе частотой 50 Гц.

Опасно любое прикосновение к электроустановкам с напряжением более 42 В. Возникновение фибрилляции и остановка сердца происходят при продолжительности действия тока более 0,8 с или при совпадении времени прохождения тока со средней фазой кардиологического цикла, когда сердце находится в расслабленном состоянии. Эта фаза в общем периоде цикла занимает 0,2 с. Поэтому все отключающие устройства тока должны иметь время срабатывания менее 0,2 с.

При поражении электрическим током необходимо прежде всего сделать так, чтобы пострадавший не соприкасался с деталями, находящимися под напряжением, и затем оказать медицинскую помощь.

Пострадавшего необходимо отделить (отсоединить) от токоведущих частей или отключить от питающей сети ту часть электрооборудования, которой он касается. Оказывающий помощь должен обезопасить себя от попадания под напряжение.

Необходимо помнить, что смерть при поражении электрическим током часто бывает лишь кажущейся. Поэтому, если пострадавший находится в бессознательном состоянии и у него отсутствует дыхание и сердце не бьется, необходимо до прибытия врача делать ему искусственное дыхание и непрямой массаж сердца. Во всех других случаях надо оказать помощь от ожогов, травм (если они имеются) и до прибытия врача обеспечить пострадавшему полный покой.

Приступая к искусственному дыханию, необходимо: освободить пострадавшего от стесняющей его одежды, обеспечить доступ к нему свежего воздуха; удалить лишних людей; освободить рот потерпевшего от посторонних предметов; язык, если он запал глубоко, следует вытянуть, захватив носовым платком.

Искусственное дыхание делают следующим образом: кладут пострадавшего на пол спиной вверх лицом на сторону так, чтобы рот и нос не касались пола; руки его вытягивают вперед, голову слегка приподнимают, положив что-нибудь под нее. Затем надо встать на колени у бедра потерпевшего сбоку, лицом к его голове, положить обе ладони на нижние ребра, наклониться вперед так, чтобы всей тяжестью своего тела нажимать на нижние ребра пострадав-

шего в течение 3 с; затем снять ладони. Нажатие ладонями производится постепенно. Число нажатий должно соответствовать ритму естественного дыхания (12—14 раз в мин).

Контрольные вопросы

1. Какой ток называется ощутимым?
2. Каковы последствия неотпускающего и фибрилляционного токов?
3. Какие факторы определяют степень поражения током?

§ 64. Правила безопасной работы с инструментами и приспособлениями

Электрический инструмент. К работе с переносным электрическим инструментом допускаются только те рабочие, которые обучены обращению с ним и ознакомлены с безопасными приемами пользования. Контроль за сохранностью и исправным состоянием инструмента должен осуществляться специально уполномоченным лицом.

Не реже одного раза в месяц электрический инструмент проверяют, убеждаются в отсутствии замыкания на корпус, обрыва заземляющего провода; проверяют также состояние изоляции проводов.

Перед тем как электроинструмент выдать для работы, его проверяют в присутствии рабочего на стенде или специальным прибором (например, мегаомметром) на исправность заземляющего провода и отсутствие замыкания на корпус. Электроинструмент, имеющий дефекты, выдавать для работы запрещается.

Корпуса электрических переносных инструментов (электродрелей, шлифовальных машин, напильников, вибраторов и др.) должны быть заземлены. Работать инструментом с незаземленным корпусом воспрещается.

Для питания электрического инструмента в помещениях без повышенной опасности допускается применять напряжение не выше 220 В, в смотровых канавах, подвалах, тоннелях, колодцах и других опасных помещениях, а также вне помещений — не выше 36 В. Если невозможно обеспечить работу инструмента при напряжении 36 В, допускается использовать инструмент на напряжении 220 В, но с обязательным применением защитных средств (диэлектрических перчаток, ковриков и др.) и надежным заземлением корпуса электроинструмента. Пользоваться защитными средствами с просроченными сроками испытания запрещается. Испытания диэлектрических перчаток и галош производят один раз в 6 мес, ковриков — один раз в 24 мес.

Электрические инструменты снабжают проводами в защитных резиновых шлангах, оканчивающимися вилками для включения.

Включающая вилка должна быть устроена таким образом, чтобы заземляющий контакт включался раньше контактов, находящихся под напряжением, и была исключена возможность ошибочного присоединения заземляющего провода к контакту, находящемуся под напряжением.

При работе с электрическим инструментом необходимо постоянно наблюдать за исправностью проводов, не допускать их сплетения и перекручивания. Если рабочий отошел от места работы, инструмент необходимо отключить от электросети.

Лицам, пользующимся электрическим инструментом, категорически запрещается:

передавать инструмент хотя бы на непродолжительное время другим лицам;

разбирать либо производить какой-либо их ремонт;

держаться за провод электроинструмента или касаться режущего вращающегося инструмента;

удалять руками стружки или опилки во время работы инструмента до полной его остановки;

работать на высоте более 2,5 м с приставной лестницы.

Работа со слесарным инструментом. Слесарный инструмент должен быть исправным. У слесарного молотка поверхность бойка должна быть слегка выпуклой, несбитой, без надломов и трещин, рукоятка молотка — прочной из твердых и вязких пород дерева (кисл, молодой дуб, рябина, бук, граб и др.) овального сечения, гладковыструганной, не иметь надломов и трещин. Молоток закрепляют на рукоятке, забивая металлический клин в торец ручки под некоторым углом к ее оси.

Использовать для работы зубило, крейсмейсель, бородок, имеющие разбитую ударную поверхность или заусенцы, нельзя. При рубке зубилом или крейсмейселем следует обязательно надевать предохранительные очки. При обрубке деталей из твердого и хрупкого металла и срубке заклепок необходимо ограждать рабочие места щитами или сетками.

Недопустимо работать напильниками без рукояток или с треснувшими рукоятками. Рукоятки должны соответствовать размерам напильника и быть прочно насажены на их хвостовики.

Тиски должны иметь губки с несработанной насечкой, расположенные строго параллельно одна другой, тогда они крепко зажимают обрабатываемую деталь. Тиски устанавливают по росту работающего, укрепляют прочно. Образующиеся при работе на тисках металлические опилки удаляют металлической щеткой, а не рукой; нельзя сдвигать опилки.

Верстак, на котором закрепляют тиски, должен иметь ровную поверхность, покрытую листовым железом без дыр и разрывов. Ширина рабочего места у верстака должна быть не менее 1 м. Слесарный верстак, установленный вблизи других рабочих мест или

прохода, ограждают предохранительной сеткой (длина стороны ячейки не более 3 мм) высотой не менее 800 мм.

Поверхность пола около верстака, на котором закреплены тиски, должна быть ровной, нескользкой. На цементных полах необходимо уложить деревянные настилы.

Гаечные ключи подбирают по размерам гаек. Запрещается вставлять прокладки между гранями гайки и ключа и наращивать ключи, удлиняя их плечи газовыми трубами или другими рычагами.

Работа с паяльными лампами. Эти лампы можно выдавать только рабочим, знакомым с их устройством и обученным безопасным приемам работы с ними. Поэтому в инструментальном цехе вывешивают подписанные начальниками других цехов списки рабочих, которым могут быть выданы паяльные лампы.

Паяльные лампы не должны иметь течи; эмеевики горелки и предохранители должны быть исправными. Для заправки паяльных ламп следует использовать только то горючее, на которое рассчитана лампа. Во избежание взрыва резервуара лампы не следует накачивать в него чрезмерно много воздуха, допускать повышенный нагрев. Можно пользоваться только теми паяльными лампами, которые не реже одного раза в год, а также после каждого ремонта были испытаны давлением, превышающим рабочее в 2 раза. На лампе должен стоять штамп с обозначением ее номера и даты испытания.

Разжигать паяльные лампы следует в специально оборудованных шкафах, обеспечивающих вытяжку образующихся при этом газов.

Работа с пневматическим инструментом. Клапаны на рукоятках пневматического инструмента должны быть плотно пригнаны и не пропускать воздуха в закрытом состоянии (при прекращении нажима на управляющую рукоятку). Необходимо, чтобы клапаны легко открывались и быстро закрывались. В местах присоединения воздушного шланга к пневматическому инструменту и соединения шлангов друг с другом не должно быть пропусков воздуха. Для крепления шлангов следует применять кольца и зажимы. Крепить шланги проволокой запрещается. Присоединять и отсоединять шланги пневматического инструмента можно только после прекращения подачи воздуха.

Работая с пневматическим зубилом или молотком, необходимо соблюдать особую осторожность. При перерыве в работе или переходе на другое место работы с неотключенным инструментом запрещается держать его дулом вверх и класть большой палец на курок.

Перед началом работы с пневматическим инструментом необходимо убедиться в исправности курков. После этого следует тщательно протереть инструмент, чтобы в нем не оставалось масла.

При отводе молотка после окончания работы или при перерыве в работе необходимо строго следить за тем, чтобы его дуло не было направлено на кого-нибудь из находящихся рядом.

Запрещается работать пневматическим инструментом с приставной лестницей.

В случае обнаружения каких-либо неисправностей работа с пневматическим инструментом должна быть прекращена, о неисправности следует доложить мастеру.

Контрольные вопросы

1. Какой электрический ток является опасным для человека?
2. От чего зависит степень поражения электрическим током?
3. Каково время срабатывания устройств, отключающих электрический ток?
4. Как оказать первую помощь пострадавшему при поражении электрическим током?
5. Каковы правила безопасной работы с электрическим, механическим и пневматическим инструментом?

§ 65. Правила безопасности при осмотре и ремонте вагонного оборудования

Все работы на электроподвижном составе во время ремонта в депо и пункте технического обслуживания производят при снятом с контактного рельса напряжении и отключенных аккумуляторных батареях на всех вагонах состава. Перед производством работ на подвижном составе обязательно следует убедиться в отсутствии высокого напряжения.

Об отсутствии высокого напряжения на вагонах свидетельствует следующее:

передвижные кабели (удочки контактной шины) не надеты на выводы токоприемников вагонов; разъединители отключены и заперты;

не горят красные сигнальные лампы в канаве и над канавой (отстойным путем), занятой составом.

Негорящие лампы освещения в вагоне не свидетельствуют об отсутствии высокого напряжения, так как на ряде вагонов лампы в салоне, а также белые сигнальные фары могут полностью выключаться.

Если невозможно снять напряжение с контактного рельса, как исключение, работы можно производить, отключив главные разъединители всех вагонов поезда и РЦУ на вагоне, где производится работа.

При этом должно быть не менее двух разрывов в высоковольтной цепи и один разрыв в цепи следующих электрических аппаратов и машин, расположенных под кузовом вагона: реостатного контроллера, переключателя положений, реверсора, электрической части авторежима, индуктивного шунта, пускатормозных ре-

остатов и резисторов ослабления возбуждения, мотор-компрессора, тяговых двигателей.

Например, чтобы выполнить работы на мотор-компрессоре, необходимо отключить автоматический выключатель и вынуть силовой предохранитель в цепи мотор-компрессора. Для работы на тяговом двигателе необходимо отключить автоматический выключатель и вынуть силовой предохранитель в цепи обмоток подмагничивания.

Категорически запрещается производить работы при наличии напряжения в контактном рельсе на следующем электрическом оборудовании: линейных контакторах, токоприемниках, силовых коробках, главном предохранителе, главном разъединителе, автоматическом выключателе, выключателе батареи, реле перегрузки, нулевом реле.

Разрешается производить работы при отключенных батареях и вынутых плавких вставках «Батарея» и «Подзаряд»: на щитке с низковольтными предохранителями, дверном воздухораспределителе, панели с индикаторными лампами и кнопками, электроконтактных коробках, выключателях управления поездом, дверных блокировках, рейках зажимов, кнопках дверной сигнализации, контроллере машиниста.

Категорически запрещается выполнять работы на механическом оборудовании тележек (смена рессор, регулировка рычажно-тормозной передачи, смена колодок и т.п.) при наличии напряжения в контактном рельсе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите признаки, указывающие на отсутствие высокого напряжения на вагонах.

2. Что следует сделать перед тем, как начать ремонтные работы на подвижном составе, если невозможно снять напряжение с контактного рельса?

3. Как предупредить поражение электрическим током при ремонтных работах в цепях мотор-компрессора, тяговых двигателей?

4. Приведите примеры обеспечения безопасной работы в различных цепях вагона.

Оглавление

Введение	3
Глава I. Механическое оборудование вагонов	8
§ 1. Кузов вагона	8
§ 2. Оборудование салона	11
§ 3. Тележки. Рамы тележек	14
§ 4. Колесные пары	17
§ 5. Буксовые узлы	23
§ 6. Рессорное подвешивание кузова	26
§ 7. Тяговая передача и узел подвешивания редуктора	37
§ 8. Карданная муфта	44
§ 9. Узлы подвешивания тягового двигателя и бруса токоприемника	48
§ 10. Тормозное оборудование	51
Глава II. Автосцепка	58
§ 11. Общие сведения	58
§ 12. Механическая часть. Узел подвешивания автосцепки	58
§ 13. Пневматическая и электрическая части	65
§ 14. Порядок сцепления и расцепления вагонов. Уход за автосцепкой.	71
Глава III. Тяговые двигатели. Мотор-компрессоры	73
§ 15. Общие сведения	73
§ 16. Устройство тягового двигателя	74
§ 17. Работа тягового двигателя	79
§ 18. Пуск тягового двигателя	85
§ 19. Регулирование частоты вращения якоря тягового двигателя и изменение направления его вращения	88
§ 20. Электрическое торможение	91
§ 21. Мотор-компрессоры	94
§ 22. Уход за двигателями	95
Глава IV. Электрические аппараты и приборы	96
§ 23. Общие сведения	96
§ 24. Токоприемники	96
§ 25. Главный разъединитель	100
§ 26. Заземляющие устройства	102
§ 27. Главный предохранитель	103
§ 28. Электропневматические вентили	104
§ 29. Индивидуальные контакторы	107
§ 30. Групповые контакторы	122

§ 31. Реле управления и защиты	134
§ 32. Выключатели	146
§ 33. Регулятор давления	152
§ 34. Резисторы, электрические печи и индуктивные шунты	155
§ 35. Плавкие предохранители	162
§ 36. Соединительные устройства	167
§ 37. Измерительные приборы	170
§ 38. Аккумуляторная батарея	174
§ 39. Радиооборудование	179
Глава V. Общие сведения о схемах электрических цепей	183
§ 40. Виды схем, принципы их построения	183
§ 41. Условные графические и буквенные обозначения	185
Глава VI. Силовые цепи	189
§ 42. Способы управления тяговыми двигателями	189
§ 43. Перечень электрооборудования силовых цепей вагона Е	192
§ 44. Силовые цепи вагона Е в тяговом режиме	193
§ 45. Силовые цепи вагона Е в тормозном режиме	211
§ 46. Перечень электрооборудования силовых цепей вагона ЕжЗ	221
§ 47. Силовые цепи вагона ЕжЗ в тяговом режиме	223
§ 48. Силовые цепи вагона ЕжЗ в тормозном режиме	237
Глава VII. Цепи управления	243
§ 49. Общие сведения о схеме цепей управления	243
§ 50. Цепи управления вагона Е в тяговом режиме	251
§ 51. Цепи управления вагона Е в тормозном режиме	258
§ 52. Цепи управления вагона ЕжЗ в тяговом режиме	263
§ 53. Цепи управления вагона ЕжЗ в тормозном режиме	271
§ 54. Резервное управление поездом	275
§ 55. Система АЛС—АРС. Контроль эффективности торможения и бдительности машиниста	280
Глава VIII. Вспомогательные цепи	287
§ 56. Общие сведения о схеме вспомогательных цепей	287
§ 57. Вспомогательные цепи высокого напряжения	289
§ 58. Вспомогательные цепи низкого напряжения	292
Глава IX. Защита и сигнализация	303
§ 59. Защита электрических цепей вагона	303
§ 60. Цепи сигнализации неисправностей	305
Глава X. Общие сведения о системе планово-предупредительного ремонта и правилах безопасной работы	308
§ 61. Система планово-предупредительного ремонта	308
§ 62. Причины производственного травматизма	311
§ 63. Электротравматизм и его предупреждение	312
§ 64. Правила безопасной работы с инструментами и приспособлениями	314
§ 65. Правила безопасности при осмотре и ремонте вагонного оборудования	317

Для подготовки квалифицированных кадров в учреждениях начального профессионального образования предназначены следующие учебники и учебные пособия:

- Л. И. Вереина
Справочник токаря
- С. А. Зайцев, А. Д. Куранов, А. Н. Толстов
**Допуски, посадки
и технические измерения
в машиностроении**
- Г. Г. Чернышов
**Сварочное дело: Сварка
и резка металлов**
- Э. М. Добровольская
Электропоезда метрополитена

ISBN 5-7695-1089-7



9 785769 151089 2

Электропоезда метрополитена

