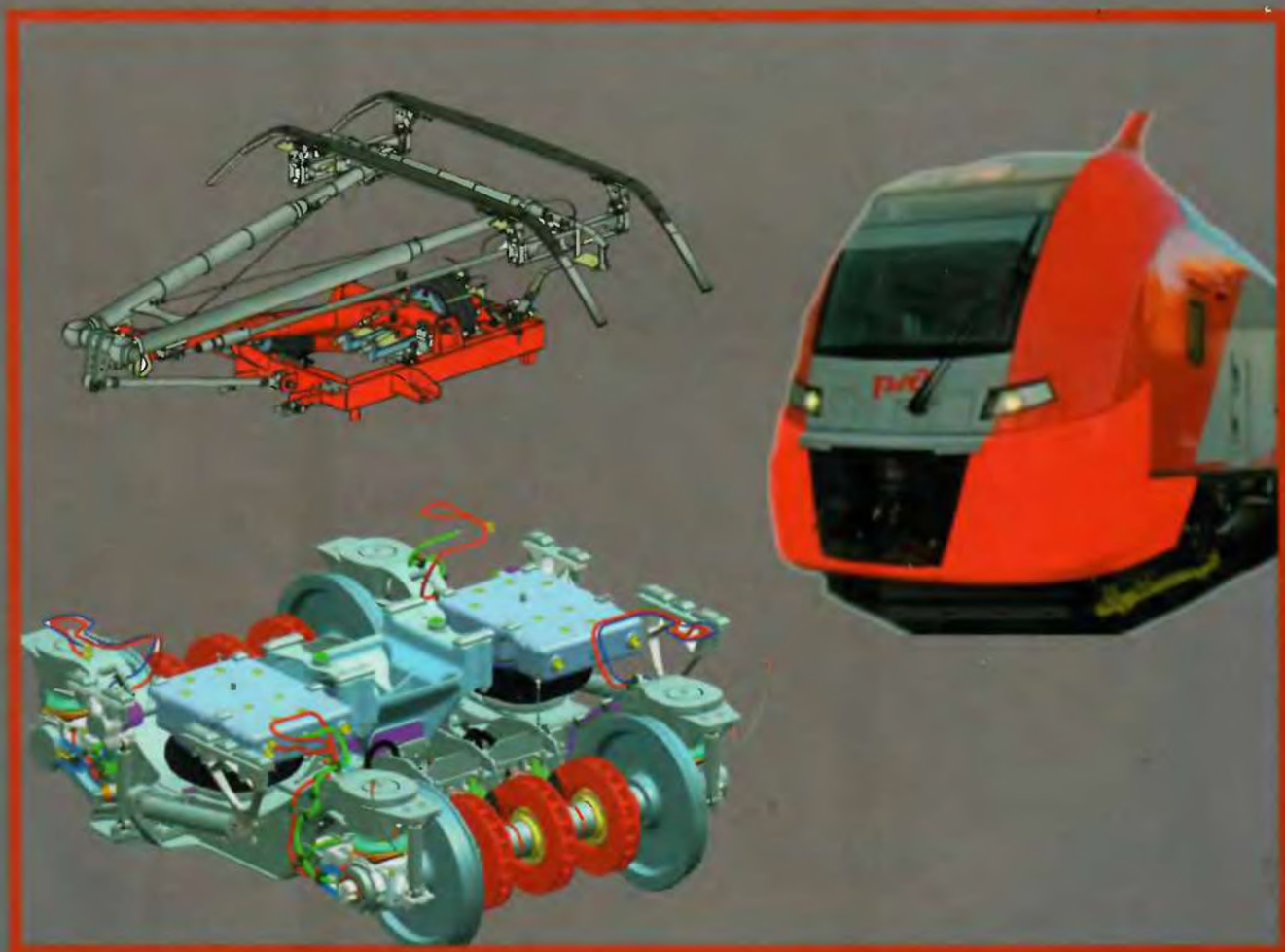


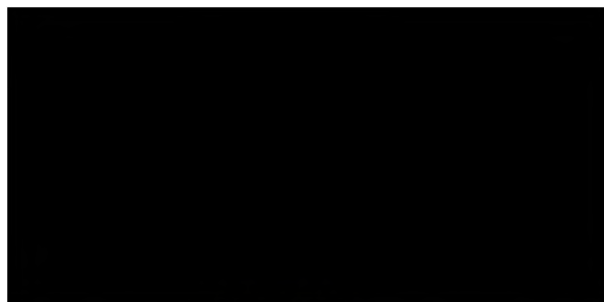
СКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗД ЭС1 «ЛАСТОЧКА»



СКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗД ЭС1 «ЛАСТОЧКА»

Под редакцией А.В. Ширяева

Учебное пособие



Москва
2015

Рецензент: начальник Северо-западной дирекции скоростного сообщения *А.В. Ушаков*

Авторы: гл. 1, 6 и 9 — *А.Ю. Слизов*; гл. 2 и 8 — *А.Г. Брагин*; гл. 3 и 7 — *В.О. Иващенко*; гл. 4 и 5 — *А.В. Ширяев*; гл. 10 — *М.В. Матвеев*

С44 Скоростной электропоезд ЭС1 «Ласточка»»: учеб. пособие / А.Ю. Слизов и др.; под ред. А.В. Ширяева. — М.: ООО «Издательский дом «Автограф», 2015. — 236 с. ISBN 978-5-906088-17-8

Рассмотрено устройство механической и экипажной частей электропоезда «Ласточка», алгоритмы и принципы работы системы управления, функционирование компонентов и оборудования, составляющих высоковольтную и низковольтную системы, а также работа системы торможения.

Предназначено для слушателей учебных центров профессиональных квалификаций ОАО «РЖД», осуществляющих подготовку по специальностям «Машинист электропоезда», «Помощник машиниста электропоезда», «Слесарь по ремонту подвижного состава», а также может быть полезно студентам средних и высших учебных заведений, обучающимся по аналогичным специальностям.

УДК 629.423
ББК 39.232

Введение

В рамках реализации задач транспортного обслуживания зимних Олимпийских и Паралимпийских игр 2014 г. в Сочи, поставленных правительством РФ, и в соответствии с заключенным в декабре 2009 г. контрактом между ОАО «РЖД» и компанией «Сименс АГ» был разработан электропоезд, который по своим дизайнерским и инженерно-техническим решениям не уступает лучшим образцам железнодорожной техники.

Электропоезда ЭС1 (проект «Desiro RUS»), получившие название «Ласточка», являются двухсистемными с возможностью эксплуатации их как на постоянном, так и на переменном токе с максимальной скоростью 160 км/ч. Каждый электропоезд состоит из двух моторных головных и трех немоторных вагонов. В целях повышения пассажировместимости конструкция электропоезда позволяет произвести сцепку двух однотипных поездов в один состав. Для этого на каждом головном моторном вагоне установлено сцепное устройство типа «Scharfenberg», позволяющее автоматически осуществлять не только механическую сцепку, но и соединение пневматических и электрических систем поездов. Имеется договоренность с компанией «Сименс» о перспективном совместном производстве 1200 вагонов до 2020 г. Такими поездами ОАО «РЖД» намерено заменить используемые в пригородном движении электрички, которые морально и физически устарели.

В конструкции электропоезда применен ряд новых для наших электропоездов технических решений, основными из которых являются: кузова из прессованных алюминиевых профилей, использование пневмоподвески, асинхронный тяговый электропривод, тормозные системы «Knorr-Bremse», вакуумные санитарные узлы. При этом «Ласточка» является первым электропоездом двойного питания на железных дорогах РФ.

Авторы будут благодарны за любые замечания, направленные на улучшение содержания данной книги.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В соответствии с проектом «Desiro RUS» были разработаны двухсистемные электропоезда (на два рода тока — 3 кВ постоянного тока и 25 кВ, 50 Гц, переменного тока).

Как уже было сказано, данные электропоезда предназначены для пригородных перевозок пассажиров на железных дорогах РФ с конструкционной скоростью 160 км/ч и максимальной скоростью в эксплуатации 160 км/ч; остановки могут осуществляться на станциях, оборудованных как высокими, так и низкими платформами. Кроме того, электропоезда использовались для транспортировки пассажиров в районе г. Сочи во время Олимпийских и Паралимпийских зимних игр 2014 г.

«Desiro RUS» исполняются как пятивагонные электропоезда с распределенной тяговой мощностью. Кузова вагонов изготавливают из алюминия.

Принципиальная конфигурация поезда представлена на рис. 1.1.

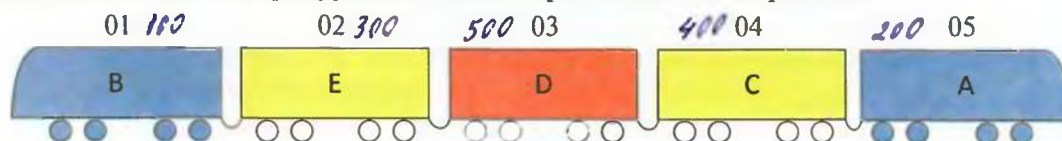


Рис. 1.1. Составность скоростного электропоезда «Ласточка» («Desiro RUS»)

Электропоезд в основной составности включает два моторных головных (типа А и В) и три немоторных средних (типа С, D и Е) вагона. Предусмотрена возможность прицеплять один дополнительный средний вагон в условиях депо. После этого необходимо провести повторную конфигурацию поездного программного обеспечения.

В табл. 1.1 перечислены основные компоненты отдельных вагонов.

Таблица 1.1

Типы вагонов электропоезда и их основные компоненты

Тип вагона	Компоненты
А, В	<p>Контейнер с тяговым преобразователем (импульсным инвертором и четырехквadrантным преобразователем), преобразователем собственных нужд, зарядным устройством и охлаждающей установкой контейнера</p> <p>Тормозной резистор</p> <p>Моторные тележки</p> <p>Песочница и пескосушильная установка</p> <p>КЛУБ-У</p> <p>Поездная радиоустановка</p> <p>Климатическая установка кабины машиниста</p> <p>Внутреннее оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> кабина машиниста салон повышенного комфорта пассажирский салон туалет
С, Е	<p>Токоприемник</p> <p>Контейнер с главным трансформатором и дросселем сетевого фильтра</p> <p>Охлаждающая установка дросселя сетевого фильтра</p> <p>Быстродействующий выключатель 3 кВ постоянного тока</p> <p>Главный выключатель 25 кВ переменного тока</p> <p>Аккумуляторная батарея</p>

Тип вагона	Компоненты
С, Е	Компрессор Вспомогательный компрессор Немоторные тележки Внутреннее оборудование пассажирского салона
Д	Главный трансформатор с охлаждающей установкой Немоторные тележки Внутреннее оборудование пассажирских салонов
Все вагоны	Модуль системы управления торможением Пневмосистема Стояночный пружинный тормоз Климатическая установка пассажирского салона

Ниже представлены основные технические характеристики поезда «Ласточка».

Основные технические характеристики электропоезда

Конструкционная скорость, км/ч	160
Напряжение, род тока	=3кВ и ~25 кВ, 50 Гц
Высота платформы от уровня головки рельса, мм	200, 1100, 1300
Максимальный уклон продольного профиля, ‰	40
Максимальная нагрузка на ось, т	19
Диапазон рабочей температуры наружного воздуха, °С	–40...+40
Ширина кузова вагона, мм	3480
Длина кузова вагона, мм:	
головной вагон	26 031
средний вагон	24 800
Масса экипированного поезда, т	263
Среднее ускорение 0–60 км/ч, м/с ²	0,64
Количество посадочных мест:	
вагоны типов А, В, шт.	60 сидений, 8 откидных сидений, 2 места для инвалидов колясок
вагоны типов С, D, Е, шт.	109

2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Кузов вагона

2.1.1. Общие сведения

Кузов вагона является цельнонесущим, все его элементы воспринимают нагрузки от внутривагонного, крышевого и подкузовного оборудования, а также нагрузки, возникающие при движении электропоезда.

Кузов представляет собой сварную облегченную конструкцию, выполненную из алюминиевых профилей, на которых предусмотрены элементы для обеспечения крепления оборудования, компонентов и внутренней облицовки.

Кузов каждого вагона состоит из остова и изоляции.

2.1.2. Остов кузова вагона

Остов кузова каждого прицепного промежуточного вагона состоит из нижней рамы, двух боковых стенок, двух торцевых стенок и крыши.

Основным элементом остова кузова вагона является рама. Кроме вертикальных нагрузок от массы кузова и размещенных в нем узлов и оборудования, она воспринимает продольные усилия тяги и торможения. Рама в свою очередь состоит из настила, усиленного по торцам поперечными балками. На консольных частях рамы расположены буферные брусья со стяжными ящиками для установки сцепок, а по бокам — продольные боковины (рис. 2.1). Верхняя часть рамы образует пол вагона.

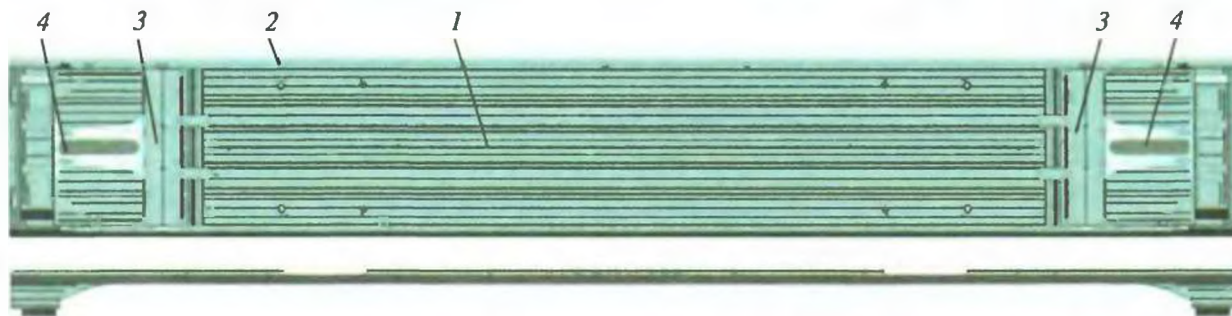


Рис. 2.1. Рама остова кузова:

1 — настил; 2 — продольные боковины; 3 — поперечные балки; 4 — буферные брусья

Боковые и торцевые стенки с оконными и дверными проемами привариваются к нижней раме и свариваются между собой, образуя внутреннее пространство вагона. Сверху к стенкам приваривается цельная крыша.

В конструкции кузова головного моторного вагона 01 (или 05) торцевая стенка со стороны кабины управления отсутствует. Вместо нее тамбур кабины машиниста отделен от салона вагона перегородкой, а к боковым стенкам приварены передние стойки для крепления стального крэш-модуля. С внешней стороны крэш-модуль декорируется облицовкой, состоящей из фронтальной маски, переднего и верхних фальшбортов, выполненных из полимерных негорючих материалов. В нижней части крэш-модуля установлен путеочиститель (рис. 2.2).

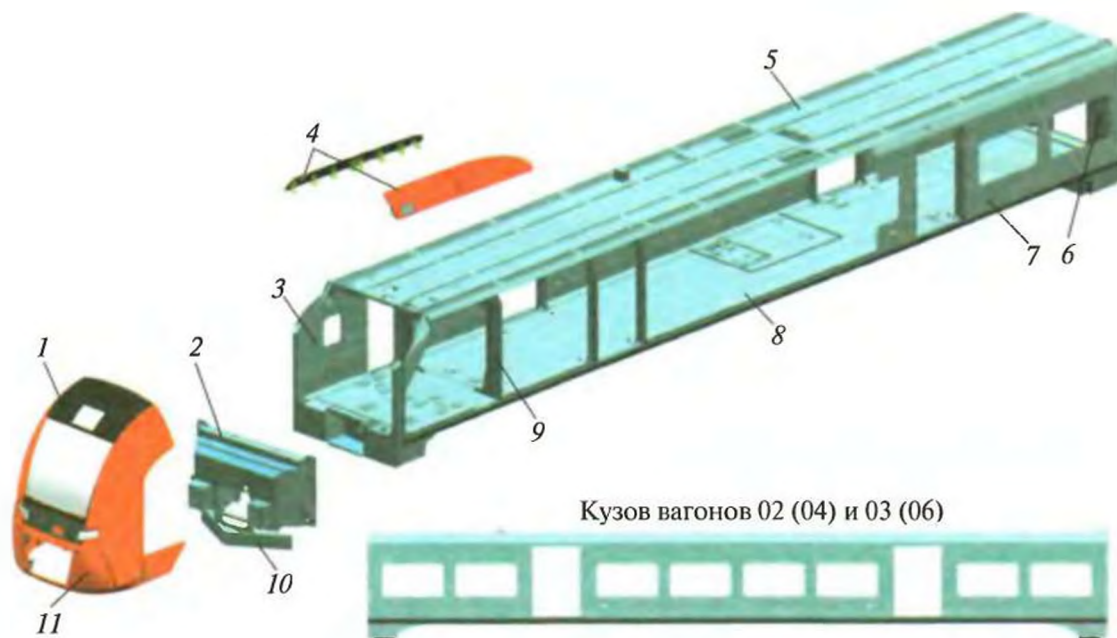


Рис. 2.2. Кузов вагона 01 (или 05):

1 — фронтальная маска; 2 — крэш-модуль; 3 — стенка боковая правая; 4 — фальшборт верхний; 5 — крыша; 6 — торцевая стенка; 7 — стенка боковая левая; 8 — рама кузова; 9 — перегородка; 10 — путеочиститель; 11 — фальшборт передний

2.1.3. Изоляция кузова

Изоляция кузова вагона обеспечивает звукоизоляцию, сохранение тепла, повышенную огнестойкость конструкции, исключает промерзание, образование конденсата. Кроме того, изоляция защищает пассажиров и обслуживающий персонал от инфразвука, вибрации, электромагнитных излучений и воздуха, загрязненного вредными веществами. В конструкции кузова применяются два типа изоляции — напыляемая и сухая. Для монтажа сухой изоляции используются держатели, шпильки, планки, клеи и клейкие ленты.

Изоляция кузова подразделяется на изоляцию пола, изоляцию боковых стен, изоляцию торцевых стен и изоляцию крыши (рис. 2.3).

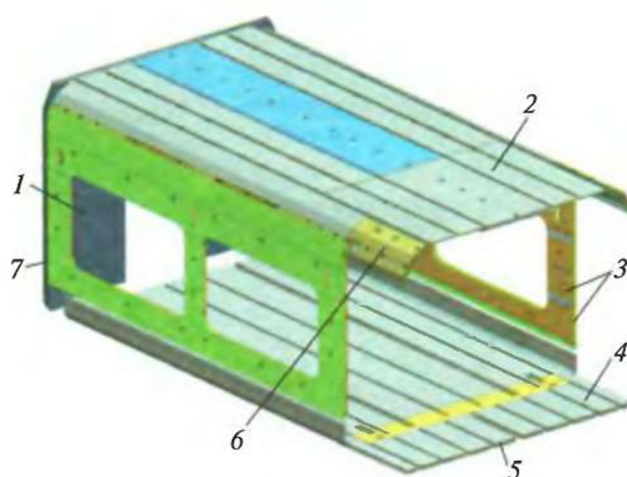


Рис. 2.3. Изоляция кузова вагона:

1 — теплоизоляция торцевой стены; 2 — теплоизоляция крыши; 3 — двуслойная теплоизоляция боковых стен; 4 — теплоизоляция пола; 5 — гидроизоляция пола; 6 — противопожарная изоляция дверного проема; 7 — пожарная изоляция торцевой стены

2.1.4. Окна пассажирского салона

Окна вагона обеспечивают естественное освещение салона в светлое время суток, а также могут использоваться в качестве аварийного выхода пассажиров в экстренной ситуации. Для осуществления естественной вентиляции внутреннего помещения вагона окна оборудованы форточками.

Таким образом, в зависимости от назначения все окна делятся на три категории: окно аварийного выхода, окно с форточкой и окно с кронштейном под установку бокового табло системы информирования пассажиров (СИП) (только в вагонах 02 и 04). Окна с форточкой в вагонах 01 и 05 имеют два варианта исполнения — широкое и узкое, в вагонах 02, 04 и 03 только один вариант — широкое.

Для остекления окон пассажирского салона применяются стеклопакеты, состоящие из внешнего (многослойного) и внутреннего (однослойного) безопасного стекла. Для обеспечения солнцезащиты используются тонированные стекла. Оконный стеклопакет вклеивается в алюминиевый каркас, после чего конструкция проклеивается с наружной и внутренней стороны кузова вагона, при этом с наружной стороны окно приклеивается заподлицо с кузовом вагона. Окна имеют уплотнения, препятствующие проникновению пыли и влаги внутрь вагона. В нижней части окна предусмотрено дренажное устройство для испарения влаги.

Окно с форточкой (рис. 2.4) оборудовано в верхней части откидным форточным блоком. В закрытом положении форточка фиксируется двумя замками под торцевой четырехгранный ключ. Чтобы открыть форточку, необходимо ее разблокировать поворотом торцевого четырехгранного ключа против часовой стрелки, затем одновременно нажать на кнопки замков и отклонить форточку внутрь вагона. Для фиксации форточки в закрытом положении следует ее захлопнуть и заблокировать поворотом торцевого четырехгранного ключа по часовой стрелке.

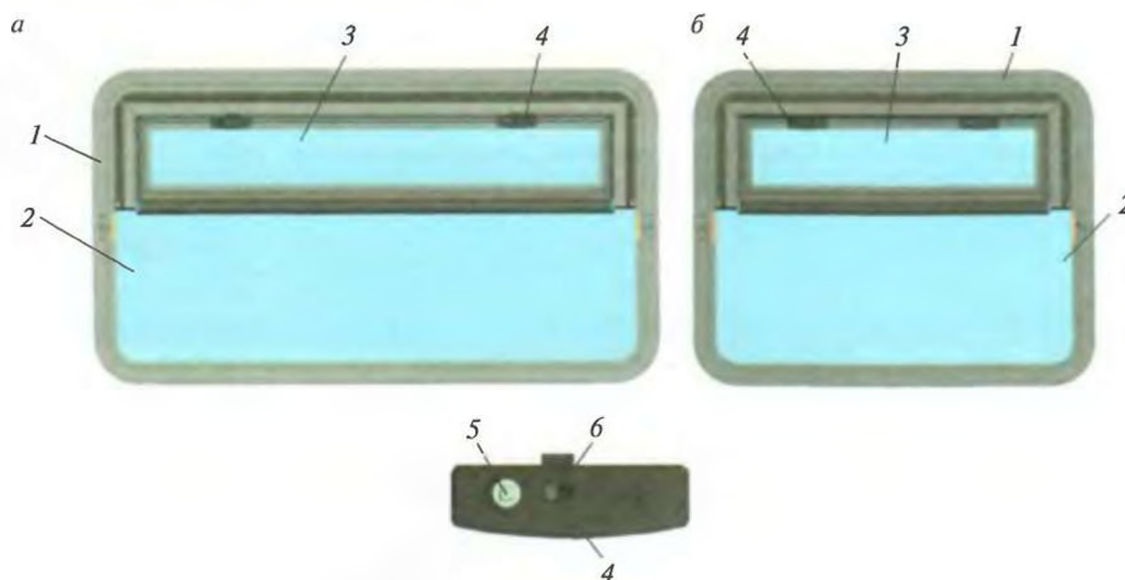


Рис. 2.4. Окно с форточкой:

а — широкое; *б* — узкое; 1 — каркас; 2 — стеклопакет; 3 — откидной форточный блок; 4 — замок; 5 — гнездо под четырехгранный ключ; 6 — кнопка

Окно аварийного выхода и окно под установку бокового табло СИП не имеют откидного форточного блока. Стеклопакет окна аварийного выхода выполнен из безопасного однослойного стекла, позволяющего разбить его аварийным молотком без получения травм. Аварийные молотки располагаются рядом с окном аварийного выхода на специ-

альных кронштейнах. Для обозначения окна аварийного выхода в верхней части остекления окна нанесен символ — красный круг (рис. 2.5).

К стеклопакету окна под установку бокового табло СИП при помощи полиуретанового клея крепится специальный кронштейн (рис. 2.6).

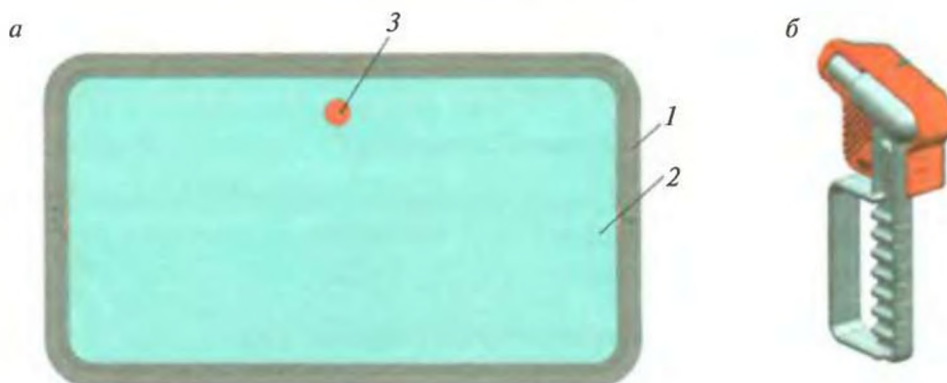


Рис. 2.5. Окно аварийного выхода (а): 1 — каркас; 2 — стеклопакет; 3 — обозначение аварийного выхода; б — аварийный молоток



Рис. 2.6. Окно с боковым табло СИП:
1 — каркас; 2 — стеклопакет; 3 — кронштейн бокового табло СИП

2.1.5. Пол и напольное покрытие

Пол обеспечивает комфортное передвижение пассажиров, обслуживающего персонала, проезд кресел-колясок пассажиров с ограниченными возможностями и тележек с продуктами внутри салона вагона электропоезда. Кроме того, пол служит в качестве основания для установки различных конструктивных элементов внутреннего оборудования вагона — пассажирских кресел, поручней, перегородок, багажных стоек и т.д.

Конструкция пола включает напольные плиты, установленные на деревянных прокладках и алюминиевых профилях на основание рамы кузова вагона (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Конструкция пола вагона:
1 — напольная плита; 2 — алюминиевый профиль; 3 — деревянная прокладка; 4 — эластомерное основание; 5 — гидро- и термоизоляция пола

2.1.6. Внутренняя облицовка вагонов

Общие сведения

Внутренняя облицовка вагона является частью интерьера пассажирского салона, а также скрывает проходящие под ней коммуникации.

Внутренняя облицовка вагона подразделяется на четыре группы:

- облицовка боковых и торцевых стен;
- облицовка потолка;
- облицовка в зоне входных дверей.

Облицовка боковых и торцевых стенок, потолка и дверного проема состоит из отдельных элементов и собирается в салоне после установки необходимых коммуникаций, закладных элементов, прочего оборудования после утепления.

Облицовка боковых и торцевых стен

Элементы облицовки боковых и торцевых стен вагона выполнены из армированного стекловолокном пластика и слоистого пластика высокого давления. Они надежно и плотно присоединяются к каркасу вагона и скрепляются между собой, щели между элементами недопустимы.

В нижней части элементов облицовки боковых стен между полом и боковой стеной сформированы воздуховоды, которые имеют отверстия для подачи теплого воздуха в зону ног пассажиров (рис. 2.8).

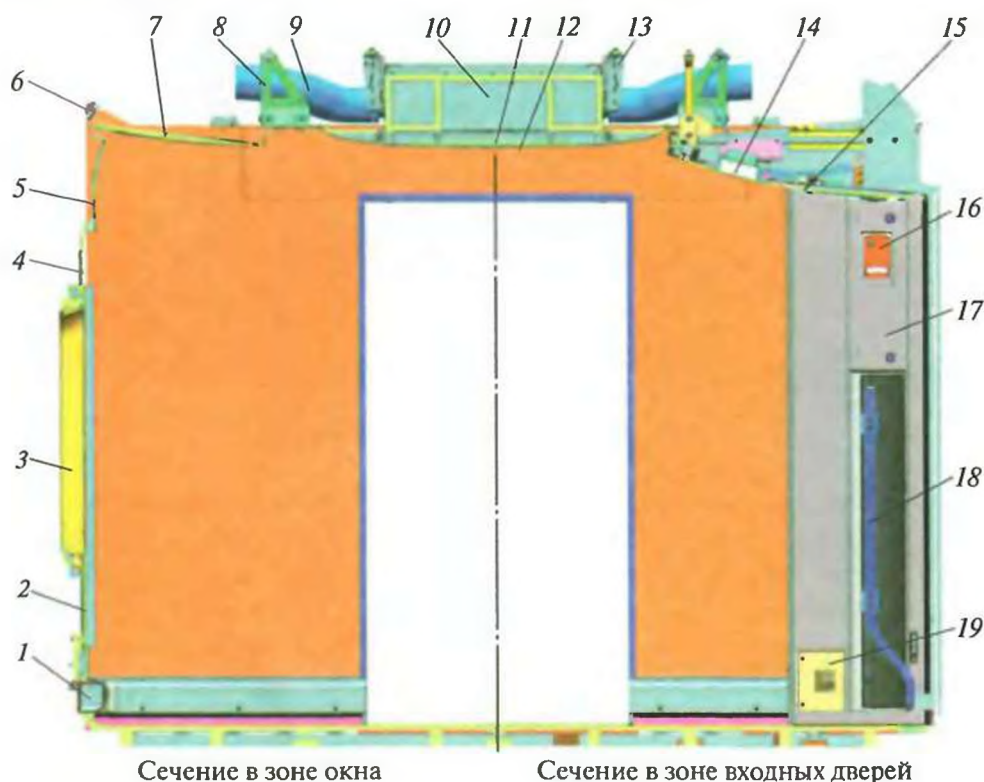


Рис. 2.8. Внутренняя облицовка вагона:

1 — воздуховод в зоне ног; 2, 4 — облицовка боковых стен; 3 — облицовка оконного проема; 5 — элемент сопряжения (вут); 6 — кронштейн элемента сопряжения (вута); 7 — боковой элемент потолка; 8 — кронштейн установки потолочных светильников; 9 — воздуховод системы микроклимата салона; 10 — центральный вентиляционный канал; 11 — отбойник воздушного потока; 12 — лист потолка; 13 — кронштейн центрального вентиляционного канала; 14 — светильник в зоне входных дверей; 15 — люк для доступа с механизма привода дверей и потолочному контейнеру; 16 — рукоятка стоп-крана; 17 — облицовка в зоне входных дверей; 18 — поручень; 19 — решетка тепловентилятора зоны входных дверей

В зонах окон элементы облицовки боковых стен имеют внутренние воздушные каналы для подачи воздуха и обдува стекол, сообщающиеся с каналом подачи воздуха в зону ног.

Кроме того, в элементах облицовки боковых стен предусмотрены отверстия под элементы крепления внутривагонного оборудования (откидных сидений, багажных полок и т.д.).

Облицовка торцевых стен вагонов соединена с облицовкой боковых стен и завершает декоративную отделку пассажирского салона.

Облицовка потолка

Центральная часть облицовки потолка представляет собой вентиляционный канал коробчатого сечения, прикрепленный тыльной стороной к крыше вагона при помощи кронштейнов. По вентиляционному каналу осуществляется распределение воздуха от климатической установки по салону электропоезда. Лицевая сторона вентиляционного канала закрыта перфорированным листом облицовки потолка. Снизу вентиляционного канала (на лицевой стороне) устанавливается лист отбойника, предназначенный для равномерного распределения воздушного потока по перфорированному листу (рис. 2.9).

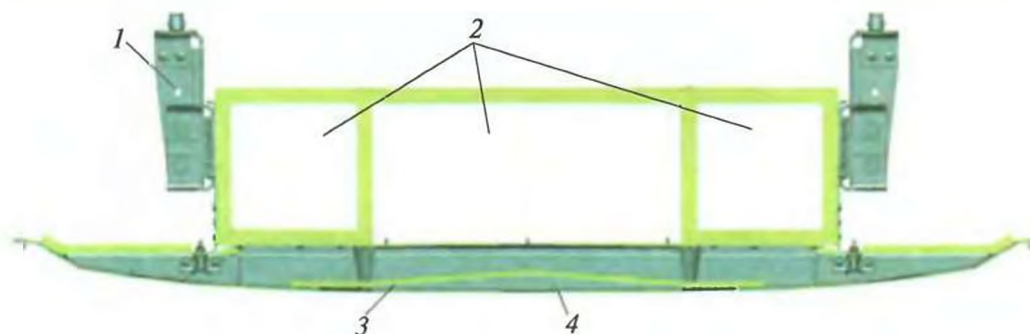


Рис. 2.9. Центральная часть облицовки потолка вагона:

1 — кронштейн; 2 — воздуховоды центрального вентиляционного канала; 3 — отбойник воздушного потока; 4 — перфорированный лист облицовки потолка

Для проведения планового обслуживания и чистки воздушных каналов центральная часть облицовки потолка оборудована специальными люками, обеспечивающими доступ к вентиляционному каналу.

Справа и слева от центральной части облицовки потолка расположены кронштейны с направляющими для установки линии потолочных светильников. Кронштейны прикреплены к крыше кузова вагона и имеют регулировку по высоте (рис. 2.10).

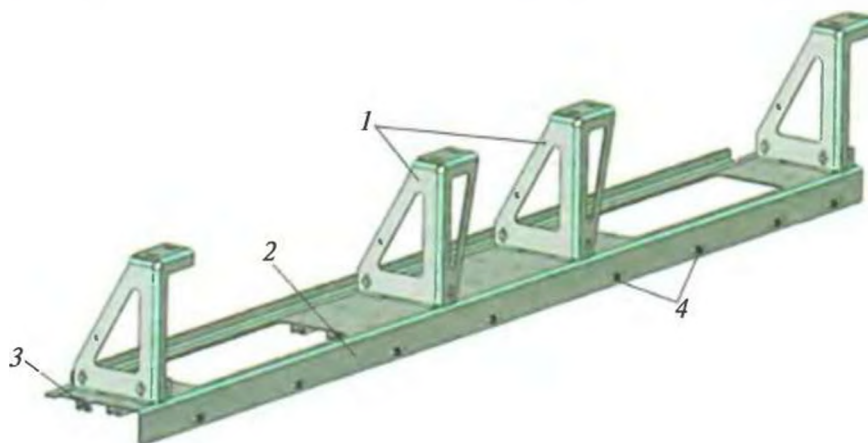


Рис. 2.10. Кронштейн для установки линии потолочных светильников:

1 — кронштейны; 2 — основание; 3 — направляющие для установки светильников; 4 — отверстия для крепления бокового элемента потолка

Вдоль левой и правой боковых стен вагона к основанию кронштейна линии потолочных светильников присоединяются боковые элементы потолка. Противоположная сторона бокового элемента потолка устанавливается в паз элемента сопряжения. Часть боковых элементов потолка (в вагонах 02, 04 и 03) оснащена люками для доступа к компонентам, расположенным за облицовкой. Данные люки не имеют шарниров и фиксируются с одной стороны с помощью замка, с другой — с помощью специального зацепа (рис. 2.11).

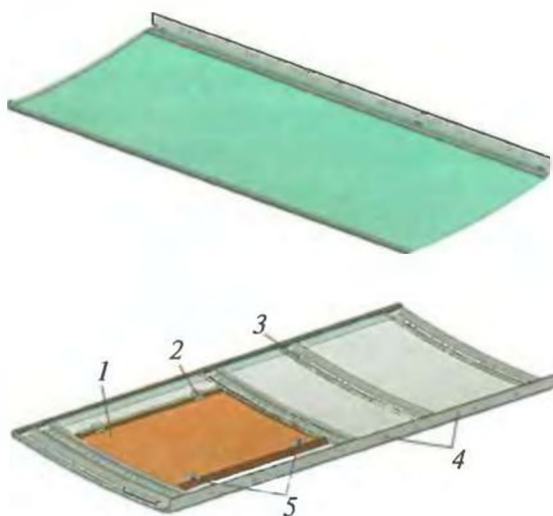


Рис. 2.11. Боковой элемент потолка:

1 — люк; 2 — зацеп; 3 — ребра жесткости; 4 — отверстия для крепления к кронштейну линии потолочных светильников; 5 — замки

Переход от вертикальной плоскости облицовки стен к горизонтальной плоскости облицовки потолка осуществлен при помощи закругленных элементов сопряжения — вут, прикрепленных к кузову вагона специальными кронштейнами. В верхней части элемента сопряжения выполнен паз для установки бокового элемента потолка и имеются кронштейны для крепления элемента к кронштейну кузова вагона. В нижней части элемента есть специальные упоры, покрытые войлоком, обеспечивающие неплотность прилегание вута к элементам боковой облицовки стен для теплообмена между внутренним объемом вагона и внутренним объемом потолка (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Элемент сопряжения:

1 — паз; 2 — кронштейны; 3 — войлок

Облицовка зоны входных дверей и стеклянные перегородки

Облицовка дверного проема закрывает привод двери и систему подачи воздуха с каналами боковых стен, а также элементы управления дверями и стоп-краном (рис. 2.13). Она состоит из двух боковых облицовочных элементов и верхнего облицовочного элемента дверного привода.

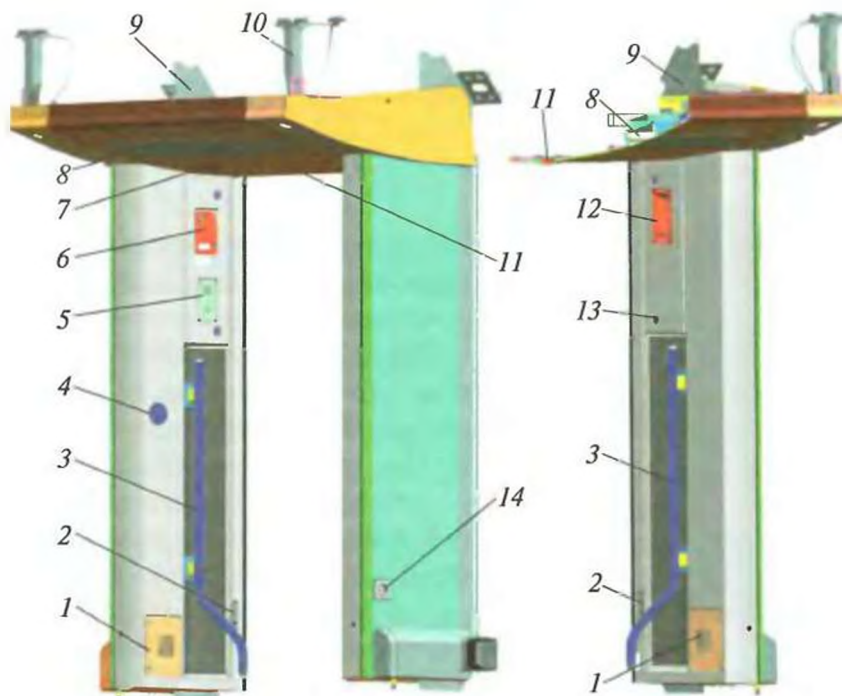


Рис. 2.13. Облицовка зоны входных дверей:

1 — решетка тепловентилятора зоны входных дверей; 2 — фотоэлементы; 3 — поручни; 4 — кнопка «Установить пандус»; 5 — переговорное устройство «пассажир—машинист»; 6 — рукоятка стоп-крана; 7 — динамик системы информирования пассажиров; 8 — светильник; 9 — кронштейн-держатель; 10 — кронштейн; 11 — сигнальная лампа; 12 — рукоятка аварийного открывания двери; 13 — замок под четырехгранный ключ; 14 — бытовая розетка

Боковые облицовочные элементы в собранном виде представляют собой полую перегородку. Стыковка боковых облицовочных элементов с облицовкой боковой стены осуществляется с помощью стыковочных профилей.

Правый и левый боковые облицовочные элементы в зоне входа-выхода пассажиров оборудованы поручнями. В местах установки поручней предусмотрены съемные панели для осуществления их монтажа и демонтажа.

На внутренних сторонах боковых облицовочных элементов размещаются:

- рукоятка стоп-крана;
- рукоятка аварийного открывания входных дверей;
- переговорное устройство «пассажир—машинист»;
- внутривагонная кнопка «Установить пандус» (только в вагоне 01 и 05);
- элементы фотоэлектрического устройства защиты от зажатия пассажиров закрывающимися наружными дверями;
- тепловентилятор зоны входных дверей;
- технологические люки, закрытые на специальный четырехгранный ключ.

На наружных сторонах боковых облицовочных элементов находятся бытовые розетки напряжением 220 В.

Вверху боковые облицовочные элементы прикреплены к облицовочному элементу дверного привода.

В центральной части облицовочного элемента дверного привода расположена откидная панель, обеспечивающая доступ к механизму привода дверей и потолочному контейнеру электронного оборудования. В закрытом положении откидная панель фиксируется замками, закрываемыми на специальный четырехгранный ключ. На откидной панели крепятся светильник зоны входных дверей, сигнальная лампа, динамик СИП, лампы дежурного освещения.



Рис. 2.14. Стеклопанельная перегородка:
1 — поручень; 2 — стеклянная перегородка; 3 — поручень для крепления кресла-коляски; 4 — ремень безопасности; 5 — место установки мусорного контейнера

Завершающим элементом облицовки зоны входных дверей являются стеклянные перегородки с поручнями. Верхняя часть поручней крепится к облицовочному элементу дверного привода, нижняя — к полу вагона. Между поручнем и боковым облицовочным элементом устанавливается стеклянная перегородка. На внутренней стороне перегородок имеются контейнеры для мусора. В многоцелевой зоне вагонов 01 и 05 к поручню стеклянной перегородки прикреплен поручень с ремнем безопасности, обеспечивающий фиксацию кресла-коляски пассажира с ограниченными возможностями (рис. 2.14).

Внутренние перегородки

Перегородки предназначены для разделения внутреннего пространства головного вагона на зоны служебного тамбура, кабины машиниста и пассажирского салона.

Перегородка между служебным тамбуром и пассажирским салоном (рис. 2.15), выполненная из негорючих материалов, является огнеупорной и в случае возникновения пожара предотвращает его распространение. Перегородка между кабиной машиниста и служебным тамбуром представляет собой рамную алюминиевую конструкцию, полости пространства которой заполнены теплоизолирующим материалом. Она обеспечивает шумо- и теплоизоляцию кабины электропоезда. В перегородке выполнены вырезы и закладные крепежные элементы для установки дверного блока и шкафов с электро-



Рис. 2.15. Общий вид огнеупорной перегородки между служебным тамбуром и пассажирским салоном

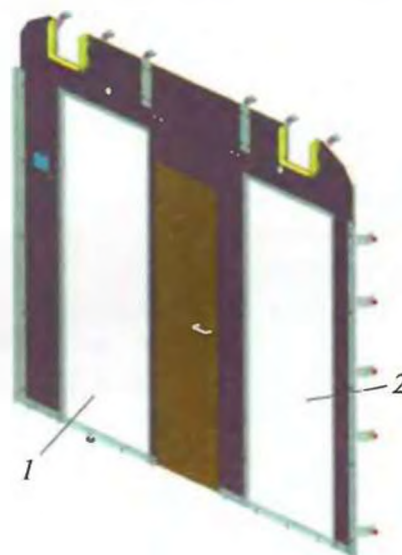


Рис. 2.16. Общий вид перегородки между кабиной машиниста и служебным тамбуром:
1 — вырез для установки шкафов с приборами безопасности; 2 — вырез для установки шкафов с электрооборудованием

оборудованием 2 (рис. 2.16) и приборами безопасности 1. В конструкцию перегородки заложены элементы (профили, кронштейны) для закрепления в кузове электропоезда. Кроме того, в перегородке предусмотрены отверстия под кабельные коммуникации и вентиляционные каналы.

2.1.7. Внутреннее освещение вагона

Внутреннее освещение вагонов обеспечивает освещение пассажирского салона и служебных помещений в штатных и аварийных условиях эксплуатации.

В конструкции электропоезда предусмотрены следующие виды внутреннего освещения:

- рабочее освещение;
- дежурное освещение, используемое, когда нет необходимости в рабочем освещении (представляет собой включение только одного ряда светильников рабочего освещения);
- аварийное освещение.

Система рабочего освещения пассажирского салона включает двухрядную «световую полосу» над центральным проходом, световые модули, размещенные в зонах входа и выхода пассажиров и в зоне перед санитарным модулем (только в вагонах 01 и 05) (рис. 2.17).

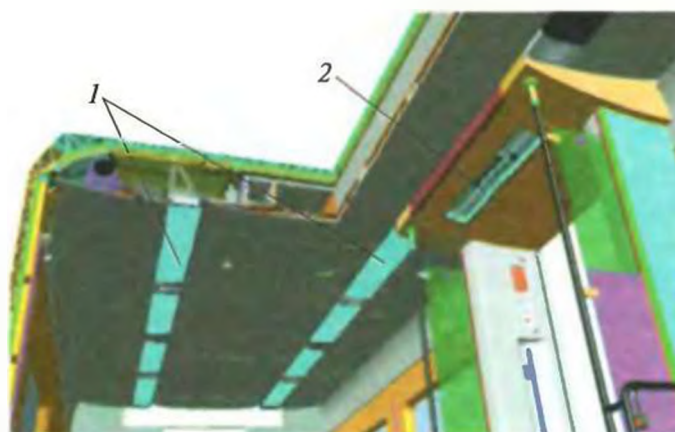


Рис. 2.17. Внутреннее освещение вагонов пассажирского салона:

1 — двухрядная «световая полоса»; 2 — световые модули зоны входа-выхода пассажиров

«Световые полосы» в свою очередь состоят из последовательно расположенных световых модулей различной длины со встроенными динамиками СИП или светодиодными лампами аварийного освещения (рис. 2.18—2.20).



Рис. 2.18. Световой модуль с динамиком СИП



Рис. 2.19. Световой модуль со светодиодной лампой аварийного освещения



Рис 2.20. Световой модуль для освещения пространства перед санузлом (со светодиодной лампой аварийного освещения)

Рабочее освещение в пассажирском салоне обеспечивается установленными в светильники люминесцентными лампами с питающим напряжением 110 В постоянного тока, аварийное освещение — светодиодными лампами белого свечения с питающим напряжением 24 В постоянного тока.

Световые модули крепятся к кронштейнам облицовки потолка и соединяются между собой, крепление выполнено потайным.

2.1.8. Наружные двери вагона

Наружные двери служат для входа и выхода пассажиров и обслуживающего персонала вагона электропоезда, сохраняют установленный в салоне микроклимат и обеспечивают безопасность.

С каждой стороны вагона установлено по две наружные двухстворчатые двери при- слонно-сдвижного типа.

Дверная створка имеет легкосплавную металлическую конструкцию и оборудована многослойным безопасным стеклопакетом, герметизированным резиновым уплотнением. Рабочая кромка каждой створки снабжена резиновой накладкой для защиты от за- щемления. Через тяги с шарнирными головками и поворотные рычаги дверные створ- ки закреплены на поворотных стойках, которые вращаются в опорах, закрепленных на боковых стенах вагона (рис. 2.21—2.23).

Открытие и закрытие двери осущест- вляется от электродвигателя постоян- ного тока при помощи зубчатого рем- ня: вращающий момент от электродви- гателя передается на шестерню зубчато- го ремня через блок угловой передачи (см. рис. 2.23).

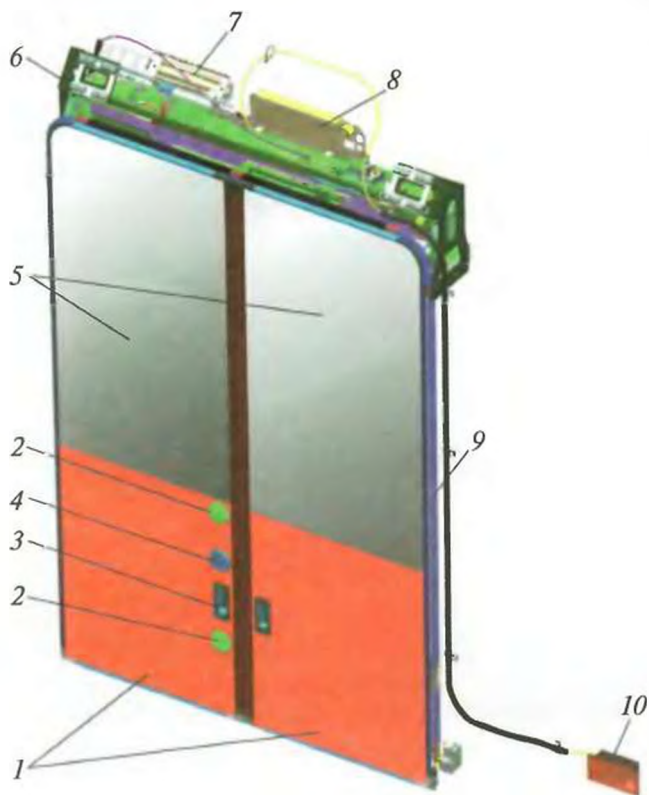


Рис. 2.21. Наружная дверь вагона (вид с улицы):

1 — створки наружных дверей; 2 — наруж- ные кнопки открытия дверей; 3 — ручки; 4 — наружная кнопка «Установить пандус» (только на вагонах 01 и 05); 5 — остекле- ние наружных дверей; 6 — кронштейн-дер- жатель; 7 — клеммная рейка; 8 — блок уп- равления приводом дверей; 9 — поворотная стойка; 10 — наружная рукоятка аварийно- го открывания дверей

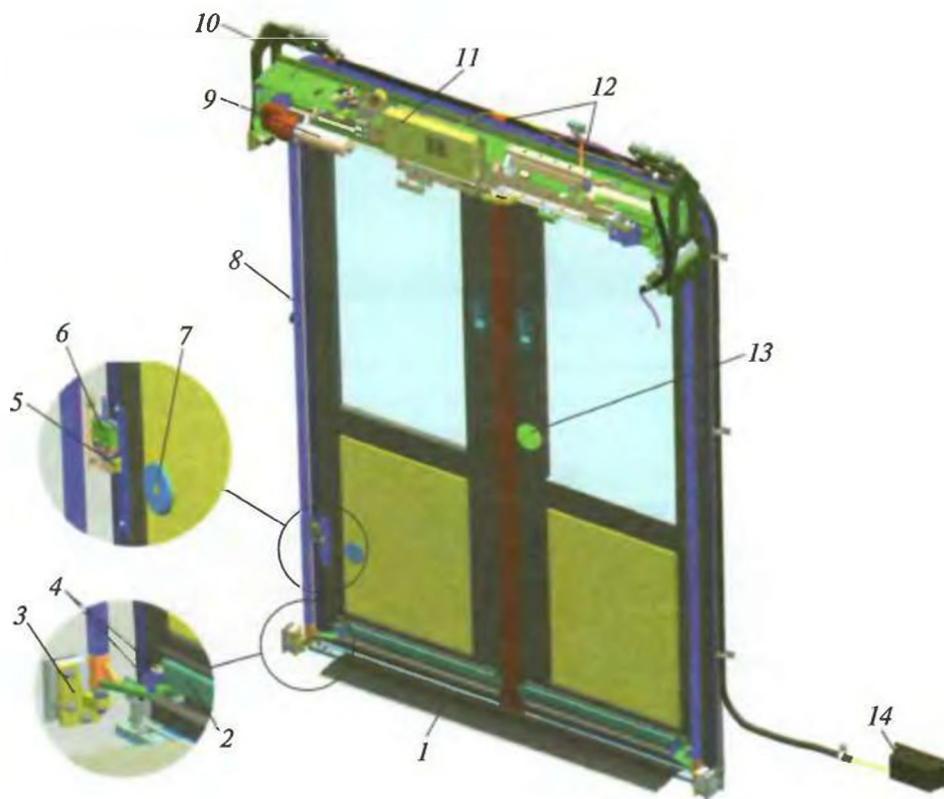


Рис. 2.22. Наружная дверь вагона (вид из вагона):

1 — порог; 2 — направляющая; 3 — опора поворотной стойки; 4 — ролики; 5 — ригель замка; 6 — датчик «Дверь заблокирована ключом»; 7 — замок под четырехгранный ключ; 8 — поворотная стойка; 9 — электродвигатель; 10 — кронштейн-держатель; 11 — блок управления; 12 — тросы наружных рукояток аварийного открывания дверей; 13 — внутренняя кнопка открытия двери; 14 — наружная рукоятка аварийного открывания дверей

В верхней части каждой створки установлены ограничители хода двери, шарнирно соединенные с опорами ограничителей хода, которые через каретки взаимодействуют с зубчатым ремнем привода и при помощи ролика на противоположной стороне перемещаются по линейному направляющему элементу. Линейный направляющий элемент и опоры ограничителей хода правой и левой створок двери сконструированы один над другим и описывают встречную траекторию движения. Ход двери происходит путем сдвига опоры ограничителя хода двери по линейному направляющему элементу.

Ролик, расположенный на опоре ограничителя хода двери, при прохождении кривой линейного направляющего элемента определяет возвратно-поступательное горизонтальное движение (разворот) створки двери относительно оси поворотной стойки. В тот момент, когда направляющий ролик достигает прямолинейного отрезка линейного направляющего элемента, процесс разворота двери завершается, и створка двери начинает двигаться параллельно боковой стенке вагона. Обе направляющие каретки сдвигаются одновременно благодаря взаимодействию с приводным зубчатым ремнем.

При помощи электрического контрольного выключателя отслеживается положение дверей.

Каждая наружная дверь вагона имеет индивидуальный блок управления, который обеспечивает управление приводом, диагностику, контроль работы дверей и т.д.

Привод каждой створки двери оборудован индивидуальным блокировочным устройством, все эти устройства между собой соединены синхронизирующей тягой. С помощью блокировки обеспечивается закрытое состояние наружных дверей во время движения электропоезда со скоростью более 5 км/ч в случае перебоев с подачей напряжения и при неисправностях в управлении дверями.

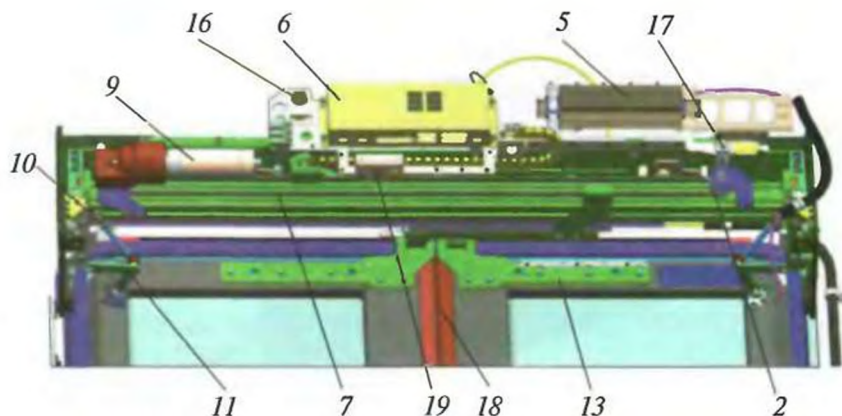


Рис. 2.23. Привод наружных дверей вагона:

а — вид сверху; *б* — вид из вагона; 1 — трос рукоятки аварийного открывания дверей; 2 — шкив зубчатого ремня; 3 — блокировочное устройство; 4 — линейный направляющий элемент; 5 — клеммная рейка; 6 — блок управления; 7 — зубчатый ремень; 8 — пружина; 9 — электродвигатель с угловой передачей; 10 — тяга с шарнирной головкой; 11 — поворотный рычаг; 12 — опоры ограничителей хода; 13 — ограничители хода двери; 14 — упоры ограничителей хода двери; 15 — синхронизирующая тяга блокировочных устройств; 16 — зуммер; 17 — переключатель положения двери и выдвинутой ступеньки; 18 — резиновые междустворочные уплотнения; 19 — сервисный выключатель



Рис. 2.24. Кнопка открывания двери

С наружной стороны вагона каждая дверь оборудована двумя кнопками открывания дверей (рис. 2.24). Кнопки расположены таким образом, чтобы имелась возможность активации функции открывания как с низкой, так и с высокой пассажирской платформы. Аналогичная кнопка имеется с внутренней стороны двери. При нажатии на одну из этих кнопок при условии снятия блокировки дверей машинистом и скорости движения менее 5 км/ч данная входная дверь откроется. Время выдержки двери в открытом положении зависит от того, какой режим работы выбран для электропоезда, — пригородное или междугородное сообщение.



Рис. 2.25. Кнопка «Установить пандус»

С наружной стороны второй двери вагонов 01 и 05 расположены кнопки «Установить пандус» (рис. 2.25). При нажатии данной кнопки в кабину машиниста поступает сигнал о необходимости установки съемного пандуса для посадки в вагон пассажиров с ограниченными возможностями. Внутри вагона электропоезда аналогичная кнопка установлена на облицовке зоны входных дверей.

Для оповещения пассажиров о предстоящем закрытии дверей в отсеке их электропривода располагается датчик акустических сигналов (зуммер), а на откидной панели центральной части облицовочного элемента дверного привода имеется сигнальная светодиодная лампа. Импульсный световой и звуковой предупреждающие сигналы

(1,5 импульса в секунду) запускаются, после чего, через 3 с, двери начинают закрываться. При приведении в действие аварийного разблокирования дверей раздается непрерывный сигнал зуммера.

Наружные двери оборудованы устройством обратного хода, которое предотвращает зажатие пассажиров или предметов их багажа, в том числе при принудительном закрытии дверей. При наличии препятствия дверь делает четыре попытки закрывания, затем отодвигается в безопасное положение, а система управления дверью автоматически отключается.

Кроме того, наружные входные двери оснащены элементами фотоэлектрического устройства защиты от зажатия пассажиров, установленными в боковых элементах облицовки зоны дверей. Элементы начинают работать, когда дверь находится в открытом положении, и продолжают работать во время ее закрытия. Если фотоэлемент при закрывании двери срабатывает (в зоне дверей находится пассажир или его багаж), дверь открывается и остается открытой в течение установленного интервала времени — 8 с. При повторном прерывании луча фотоэлемента отсчет времени открытого состояния дверей начинается заново. Сигнал от фотоэлемента не обрабатывается системой, если было выполнено закрытие дверей с помощью сервисной кнопки, произведено принудительное закрытие или если сигнал об остановке не поступал.

На всех внешних дверях снаружи и внутри расположены рукоятки аварийного разблокирования (рис. 2.26). При приведении в действие данной рукоятки усилие через трос передается на блокировку дверей и происходит их аварийное разблокирование, после чего появляется возможность открыть двери вручную. Приводное усилие на рукоятку аварийного разблокирования составляет от 150 до 200 Н.

Аварийное разблокирование дверей изнутри при помощи рукоятки возможно только при наличии сигнала остановки (скорость движения менее 5 км/ч). При отсутствии сигнала остановки (скорость движения более 5 км/ч) из соображений безопасности после аварийного разблокирования внешняя дверь фиксируется электрическим приводом и может быть открыта только при усилии около 450 Н.

Наружная рукоятка аварийного разблокирования обеспечивает возможность доступа в вагон при оказании помощи извне. Аварийное открытие входных дверей снаружи при помощи данной рукоятки возможно независимо от поступающего сигнала о скорости движения. Открытие дверей снаружи осуществляется при помощи наружных ручек дверных створок.

При выходе из строя наружной двери, чтобы исключить возможность открывания дверей путем аварийной деблокировки, сломавшаяся дверь должна быть заблокирована вручную с помощью четырехгранного ключа. При повороте ключа происходит механическая блокировка дверей и в систему управления поступает сигнал о блокировании данной двери. Дверь, запертую с помощью специального ключа, невозможно разблокировать посредством аварийной деблокировки.

В отсеке привода наружных входных дверей установлен «Сервисный выключатель», используемый при выполнении работ по настройке и техническому обслуживанию входной системы и позволяющий открывать и закрывать наружные двери.

2.1.9. Выдвижные ступеньки с электроприводом

Выдвижные ступеньки предназначены для посадки и высадки пассажиров на участках обслуживания с низкими пассажирскими платформами и расположены в подвагонном пространстве в зоне каждой наружной входной двери вагонов электропоезда.



Рис. 2.26. Рукоятка аварийного разблокирования

Опорная рама выдвижной ступеньки состоит из соединенных между собой профильных деталей, выполненных из нержавеющей стали. Внутри опорной рамы находится электропривод с зубчатым ремнем, а также держатель с предохранительным выключателем, который служит для деблокировки вручную. Верхняя крышка соединена с опорной рамой неразъемно. Две нижние крышки крепятся к опорной раме винтами и могут сниматься при техобслуживании и ремонте.

Привод выдвижной ступеньки осуществляется от двигателя постоянного тока напряжением 60 В. Приводной вал, установленный на оси электродвигателя, приводит в действие два зубчатых ремня, которые соединены через захват с механизмом выталкивания выдвижных ступенек и преобразовывают усилие привода двигателя в движение механизма выталкивания.

Механизм выталкивания в свою очередь состоит из двух рамных боковин с захватными угольниками, которые соединены друг с другом поперечиной. На рамных боковинах спереди справа и слева закреплены держатели со ступеньками. В заднюю поперечину вмонтирован держатель с рычагом срабатывания предохранительного переключателя.

Перемещение выдвижных ступенек осуществляется на роликах, которые двигаются между двумя направляющими, установленными соответственно слева и справа на боковинах опорной рамы.

Внутреннее пространство опорной рамы выдвижных ступенек защищено от загрязнения резиновыми уплотнениями под верхней и нижними крышками (рис. 2.27).

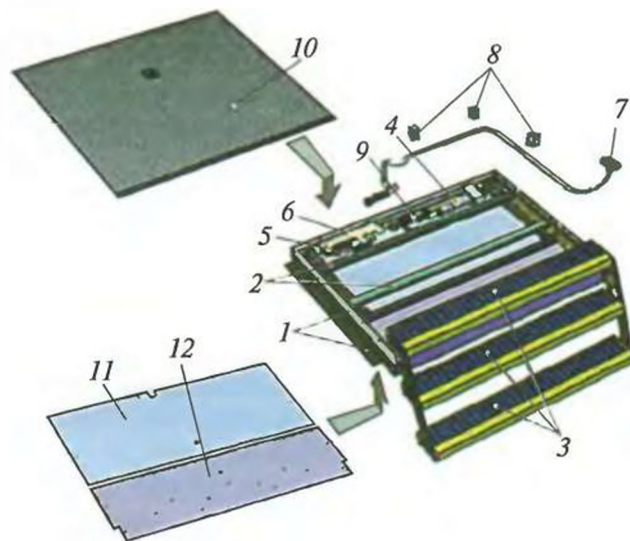


Рис. 2.27. Выдвижная ступенька:

1 — опорная рама и крепежный уголок; 2 — механизм выталкивания; 3 — ступеньки; 4 — электродвигатель с редуктором 60 В; 5 — кабельный канал; 6 — кабельный шкаф; 7 — кабель подключения; 8 — штабелируемый системный держатель; 9 — предохранительный выключатель; 10 — крышка верхняя; 11 — крышка для техобслуживания внутренняя; 12 — крышка для техобслуживания наружная

Управление работой выдвижной ступеньки реализуется системой управления входными дверями. Работа выдвижных ступенек активируется при переводе переключателя кабины машиниста «Платформа» в положение «Низкая» при заблокированных наружных дверях (не должна быть нажата кнопка «Разблокирование наружных дверей») и скорости движения электропоезда менее 3 км/ч.

В отсеке привода наружных входных дверей установлен переключатель положения двери и выдвижной ступеньки, используемый для вывода из эксплуатации двери и выдвижной ступеньки при неисправности выдвижной подножки. Переключатель применяется на участках с низкими платформами и имеет три положения:

«0» — нормальный режим эксплуатации;

«1» — режим, используемый при неисправности двери для уборки подножки вручную и ее фиксации (после выполнения операции переключатель следует перевести в положение «2»);

«2» — режим вывода двери и подножки из эксплуатации (при нахождении переключателя «Платформа» в положении «Высокая» дверь откроется).

2.1.10. Работа системы управления дверями по распознаванию препятствий

В целях ограничения усилий перемещения при распознавании препятствий, защиты от зажатия людей и предметов система управления дверями контролирует движение по открытию и закрытию наружных дверей и ступенек следующим образом:

— с помощью датчиков перемещения: если при включенном двигателе привода наружных дверей или ступенек определенное время не наблюдается никакого движения, активируется «Процесс обратного движения»;

— с помощью измерения тока электродвигателя во время каждого управляемого движения. Значение величины тока электродвигателя в зависимости от положения и направления движения сохраняется в памяти системы. После каждого перемещения двери или ступеньки на основании предыдущих измерений рассчитывается порог обратного действия для двери и ступеньки. Если данное пороговое значение в течение определенного времени превышает, активируется «Процесс обратного движения»;

— с помощью электрического предохранительного выключателя контролируется движение закрываемой двери. Каждое срабатывание электрического предохранительного выключателя через шину данных передается в центральный блок управления (ЦБУ). При распознавании препятствия активируется «Процесс обратного движения». При сработавшем предохранительном переключателе начинает мигать зеленый световой индикатор управления дверью (5 Гц).

Процесс обратного движения наружной двери

Если система управления дверями распознает препятствие одним из приведенных выше способов, она реагирует в зависимости от направления движения дверей (открытие или закрытие).

При открывании двигатель двери останавливается на 2 с и затем снова приводится в действие, двери двигаются в прежнем направлении. При достижении максимального числа попыток открывания (этот параметр настраивается через многофункциональную поездную шину) дверь останавливается в текущем положении и выдается сообщение об ошибке.

Во время закрывания при распознавании препятствия дверь переключается на реверсивное движение в сторону открывания. При достижении конечного положения «Дверь открыта» при наличии сигнала с пульта управления о разблокировании дверей начинается отсчет времени удержания двери в открытом положении, по истечении которого дверь закрывается. При отсутствии сигнала с пульта управления о разблокировании дверей дверь снова сразу же закрывается. При достижении максимального числа попыток закрывания (этот параметр также настраивается через многофункциональную поездную шину) дверь останавливается в конечном положении «Дверь открыта» или в текущем положении, и выдается сообщение об ошибке. При отсутствии сигнала остановки (скорость электропоезда более 5 км/ч) число попыток закрытия двери не ограничено.

Процесс обратного движения выдвижной ступеньки

В случае распознавания препятствия во время выдвижения реакция зависит от текущего положения ступеньки.

При минимальной ширине выдвижения (около 40—400 мм, настраивается через многофункциональную поездную шину) ступенька перемещается в обратном направлении, останавливается на 1 с и снова начинает выдвигаться. После второй попытки выдвижения ступенька полностью втягивается и передается сообщение об ошибке. Если препятствие было распознано после того, как ступенька выдвинулась более чем на минимальную ширину, она максимально втягивается (не более чем на 75 мм, настраивается через многофункциональную поездную шину), и данное положение сохраняется как конечное.

Распознавание препятствий неактивно на первых 20 мм в направлении выдвижения. Если в данном случае возникает затруднение хода и ток двигателя в течение более 3 с превышает 5 А, ситуация расценивается как встреченное препятствие, двигатель останавливается и передается сообщение об ошибке. В данном случае для выдвижения ступеньки необходима новая команда.

Втягиваемая ступенька при распознавании препятствия останавливается на 2 с и затем снова приводится в движение в направлении закрывания. После четвертой неудачной попытки ступенька останавливается в текущем положении и выдается сообщение об ошибке. При отсутствии сигнала остановки (скорость электропоезда менее 5 км/ч) число попыток не ограничено.

Счетчик случаев реверсивного движения сбрасывается, когда дверь или выдвижная ступенька достигают конечного положения в заданном направлении перемещения.

2.1.11. Наружные двери служебного тамбура

Наружные двери служебного тамбура расположены в головных вагонах 01 и 05 и обеспечивают вход и выход локомотивной бригады и обслуживающего персонала из тамбура электропоезда как при высоких, так и при низких пассажирских платформах.

Наружные двери служебного тамбура распашные, неостекленные, открываются внутрь тамбура и фиксируются в открытом положении. Снаружи слева и справа от них установлены поручни. На внешних сторонах дверей предусмотрены две синхронно работающих ручки (рис. 2.28). Для обеспечения герметичности входные двери служебного тамбура оборудованы уплотнительными элементами. Снаружи двери могут быть закрыты на за-



Рис. 2.28. Наружные двери служебного тамбура:
а — вид снаружи; б — вид изнутри



Рис. 2.29. Подножка служебного тамбура

мок при помощи ключа, а изнутри заперты при помощи поворотной защелки. В верхней части двери установлен механизм фиксации и доводки.

Открытое положение дверей контролируется и отражается на дисплее пульта машиниста. Оно не влияет на сбор схемы управления режимом тяги.

Для обеспечения подъема обслуживающего персонала в служебный тамбур с низкой платформы перед наружными дверями установлены подножки (рис. 2.29).

2.1.12. Межвагонные переходы

Двери межвагонных переходов

Для обеспечения сквозного прохода пассажиров и обслуживающего персонала по составу электропоезда торцевые стены всех вагонов, кроме торцевых стен со стороны кабины машиниста головного вагона, оборудованы дверями межвагонных переходов.

Двери межвагонных переходов двухстворчатые раздвижные, открываются вручную. Каждая створка состоит из рамы с остеклением в верхней части, которое выполнено из противопожарного стекла, покрытого упрочняющей пленкой. Створки дверей имеют уплотнения и оснащены ручками.

Движение створок дверей осуществляется в противоположном друг от друга направлении при помощи роликовых кареток, перемещающихся по направляющим в потолке и полу. При открытии одной из створок усилие на каретку противоположной створки передается при помощи зубчатого ремня, что обеспечивает разнонаправленное движение дверей. Механизм привода дверей снабжен доводчиком, автоматически возвращающим створки в закрытое положение (рис. 2.30).

Блокировка двери межвагонного перехода в закрытом положении осуществляется с помощью четырехгранного комбинированного ключа запорного устройства, интегрированного в створку двери и доступного с двух сторон. Блокировка допускается только во время отстоя отдельного вагона.

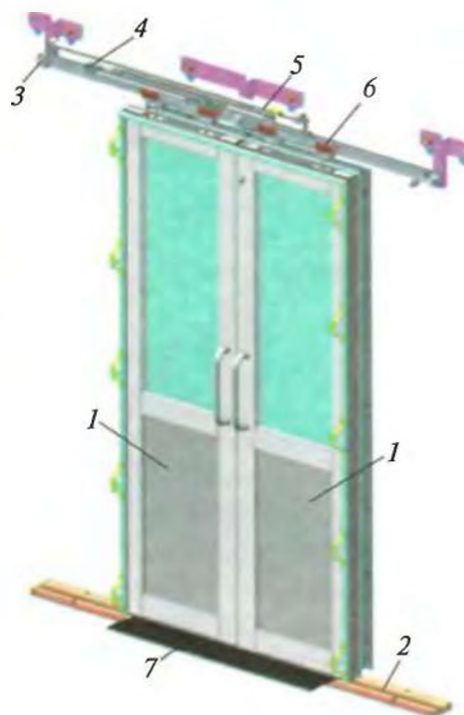


Рис. 2.30. Дверь межвагонного перехода:

1 — створки; 2 — направляющая; 3 — ограничитель; 4 — шкив зубчатого ремня; 5 — доводчик; 6 — роликовая каретка; 7 — порог

Межвагонный переход

Межвагонные переходы представляют собой гибкую конструкцию, которая служит для свободного и безопасного передвижения пассажиров и обслуживающего персонала из одного вагона электропоезда в другой.

Межвагонный переход состоит из неразъемного эластичного суфле с двумя торцевыми крепежными рамами, при помощи которых суфле монтируется на торцевых стенах кузовов двух смежных вагонов. В нижней части каждой из рам шарнирно установлены откидные мостики. В нижней части суфле имеется опорный мостик, который своим хвостовиком взаимодействует с опорой скольжения, закрепленной болтами к специальной площадке на длинной межвагонной сцепке. В эксплуатации откидные мостики опускаются на опорный мостик, обеспечивая безопасный проход по межвагонному переходу (рис. 2.31).



Рис. 2.31. Межвагонный переход:

1 — крепежная рама; 2 — заземление; 3 — суфле; 4 — откидные мостики; 5 — опорный мостик; 6 — опора скольжения

2.1.13. Система пассивной безопасности

Электропоезда оборудованы системой пассивной безопасности, предназначенной для снижения угрозы жизни и здоровью пассажиров и обслуживающего персонала при аварийных столкновениях лобовой части электропоезда с препятствием. Систему составляют устройства постоянной готовности, не требующие при аварии дополнительных команд для включения механизма поглощения энергии.

В штатной эксплуатации энергопоглощение при соударениях в процессе маневровой работы обеспечивается неразрушающимися фрикционными амортизаторами автоматических сцепок головных вагонов и поглощающими устройствами межвагонных сцепок.

В состав системы пассивной безопасности входят (рис. 2.32):

- основной поглотитель энергии — сменный крэш-модуль из стали, установленный перед кабиной машиниста и соединенный с консолями боковин кузова головного вагона;
- путеочиститель, расположенный на передней части головного вагона, под крэш-модулем.
- невосстанавливаемые сменные ударопоглощающие устройства межвагонных сцепок (между вагонами 01—02 и 04—05) и устройство поглощения энергии автоматической сцепки головного вагона.

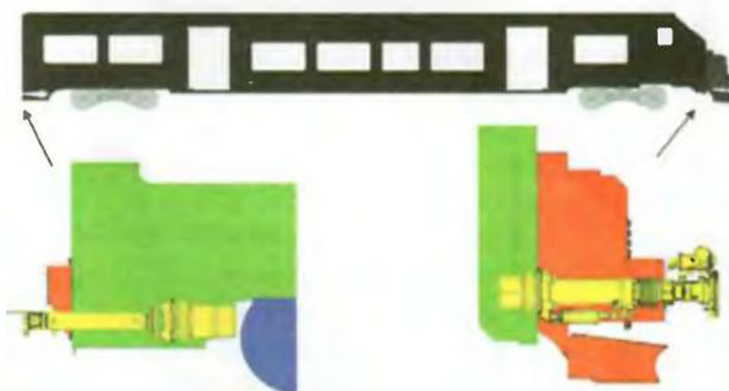


Рис. 2.32. Схема расположения энергопоглощающих элементов головного вагона

2.1.14. Внутривагонное оборудование

Внутривагонное оборудование обеспечивает комфорт пассажиров во время их следования до пункта назначения и включает пассажирские кресла и откидные сиденья, багажные полки и стойки, контейнеры для мусора.

Пассажирские кресла и откидные сиденья

В салонах вагонов 01, 03 и 05 размещаются как двух-, так и трехместные блоки пассажирских кресел, в вагонах 02 и 04 — только двухместные. Откидные сиденья устанавливаются только в вагонах 01 и 05. Все кресла и сиденья имеют мягкую обивку из стойкого воздухопроницаемого легко очищаемого огнестойкого нетоксичного материала.

Каждый из двух- и трехместных блоков пассажирских кресел выполнен на единой раме и крепится к кузову в двух местах — к боковой стенке и к полу. Кресла оборудованы откидными подлокотниками. На обратной стороне спинки кресла установлены откидные столики (рис. 2.33).

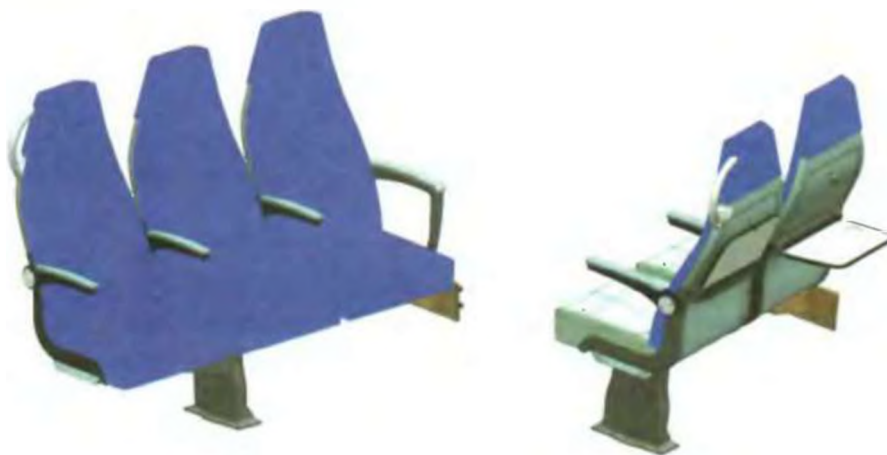


Рис. 2.33. Двух- и трехместные блоки пассажирских кресел

В каждом салоне вагона между блоками пассажирских кресел на специальном кронштейне размещаются четыре огнетушителя (рис. 2.34).



Рис. 2.34. Размещение огнетушителей между блоками пассажирских кресел

В районе окон с аварийным выходом под блоками пассажирских кресел в контейнерах расположены складные лестницы для эвакуации пассажиров через окна или двери вагона в случае отсутствия пассажирской платформы (рис. 2.35).

Откидные сиденья крепятся на боковой стенке кузова вагона (рис. 2.36).

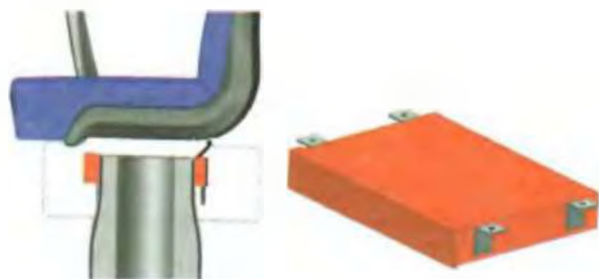


Рис. 2.35. Размещение эвакуационной лестницы под блоком пассажирских кресел и контейнер для хранения лестницы

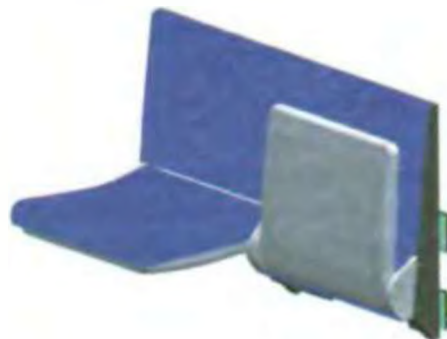


Рис. 2.36. Откидное пассажирское сиденье

Багажные полки и стойки.

Багажные полки (рис. 2.37) монтируются над рядами пассажирских кресел на боковой стене кузова вагона. В многоцелевой зоне вагонов 01 и 05 над откидными сиденьями их не устанавливают. На нижнем профиле полки расположены крючки для одежды, которые передвигаются в пазу по всей длине полки. Крючки выполнены из полиамида.

В многоцелевой зоне вагонов 01 и 05 имеется багажная стойка, которая представляет собой пространственную конструкцию из металлических труб (рис. 2.38). Стойка оборудована ремнем безопасности для фиксации кресла-коляски пассажиров с ограниченными возможностями. Она крепится к кузову вагона в двух местах — к боковой стенке и к полу.



Рис. 2.37. Багажная полка (а) и крючок для одежды (б)



Рис. 2.38. Багажная стойка

Контейнеры для мусора

Для сбора сухого мусора в зоне входа и выхода пассажиров на стеклянной перегородке облицовки наружных дверей установлены мусорные контейнеры. Для удаления му-

сора из контейнера необходимо открыть крышку и, опрокинув откидную часть, достать внутренний контейнер (рис. 2.39).

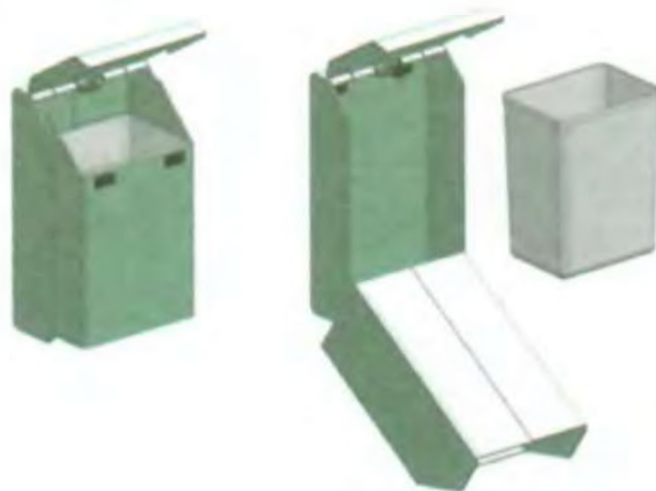


Рис. 2.39. Контейнер для мусора

2.1.15. Пандус для кресел-колясок пассажиров с ограниченными возможностями и шкаф для его хранения

Для обеспечения посадки пассажиров с ограниченными возможностями с платформ высотой 1100 мм и 1300 мм используется складной ручной пандус (рампа). В сложенном состоянии он размещается в специальном шкафу в многоцелевой зоне вагонов 01 и 05. Шкаф закрывается на четырехгранный ключ.

Пандус (рис. 2.40) представляет собой металлическую складную конструкцию, состоящую из двух половин, соединенных шарнирно. Рабочая поверхность пандуса имеет полимерные накладки, предотвращающие скольжение колес кресла-коляски. Для удобства установки по бокам пандуса предусмотрены складные ручки.

При установке пандус размещают в зоне наружных входных дверей и механически фиксируют, чтобы избежать соскальзывания с края порога дверного проема. Откидные кронштейны пандуса блокируют самопроизвольное закрытие наружных дверей вагона.

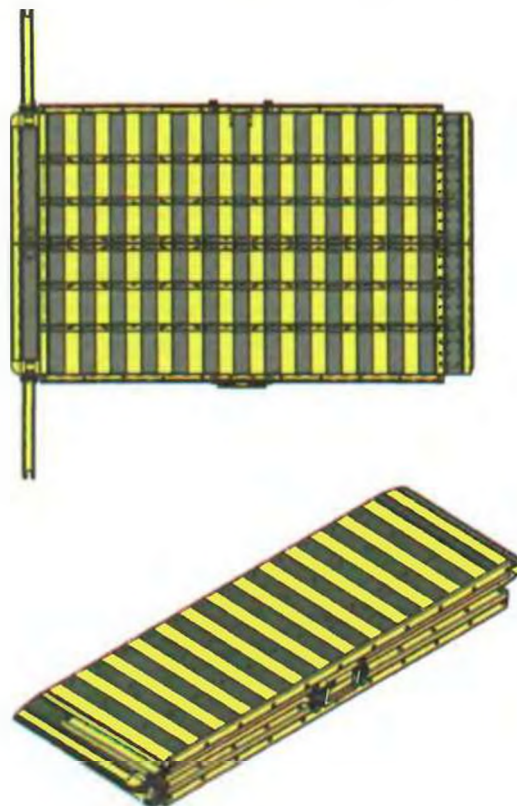


Рис. 2.40. Пандус для кресел-колясок пассажиров с ограниченными возможностями

2.2. Тележка

2.2.1. Общие сведения

Тележка воспринимает тяговые и тормозные усилия, боковые, горизонтальные и вертикальные силы при прохождении неровностей пути и передает их на раму кузова. Каждый вагон электропоезда опирается на две двухосные тележки. По расположенному в тележке тяговому оборудованию они подразделяются на моторные и немоторные (рис. 2.41, 2.42).

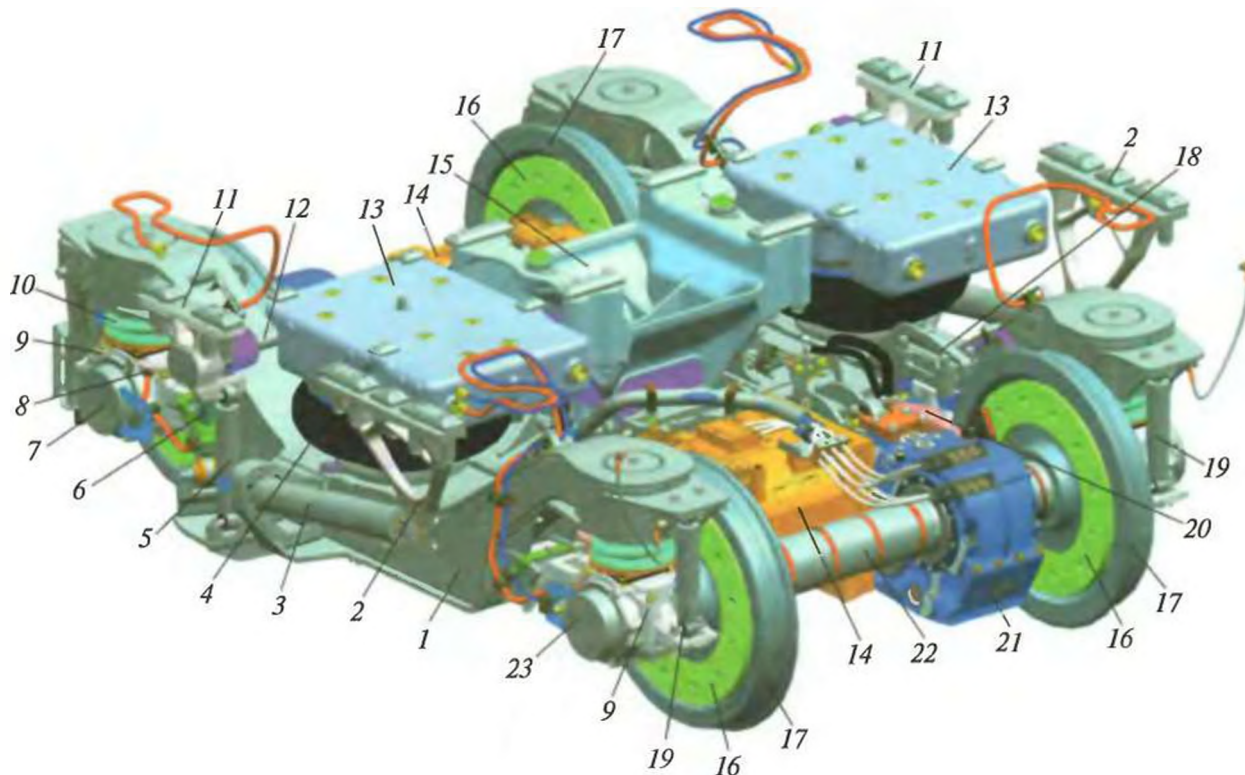


Рис. 2.41. Моторная тележка:

1 — продольная балка рамы тележки; 2 — кронштейн демпфера виляния; 3 — демпфер виляния; 4 — пневморессора второй ступени рессорного подвешивания; 5 — вертикальный демпфер второй ступени рессорного подвешивания; 6 — поводок торсионной системы стабилизации; 7 — крышка корпуса буксового узла; 8 — датчик температуры буксового узла; 9 — корпус буксового узла; 10 — пружины первой ступени рессорного подвешивания; 11 — кронштейн торсионной системы стабилизации; 12 — торсион системы стабилизации; 13 — адаптер кузова вагона; 14 — тяговый двигатель; 15 — шкворневой узел; 16 — тормозной диск; 17 — цельнокатаное колесо; 18 — поперечная балка рамы тележки; 19 — демпфер вертикальных колебаний первой ступени рессорного подвешивания; 20 — клещевой механизм дисковых тормозов; 21 — редуктор тягового привода; 22 — защита оси колесной пары; 23 — датчик скорости

Конструктивно тележки состоят:

- из рамы;
- шкворневого узла с демпфером гашения поперечных колебаний;
- рессорного подвешивания первой ступени;

- рессорного подвешивания второй ступени с пневматическими рессорами;
- торсионной системы стабилизации и демпфера виляния.

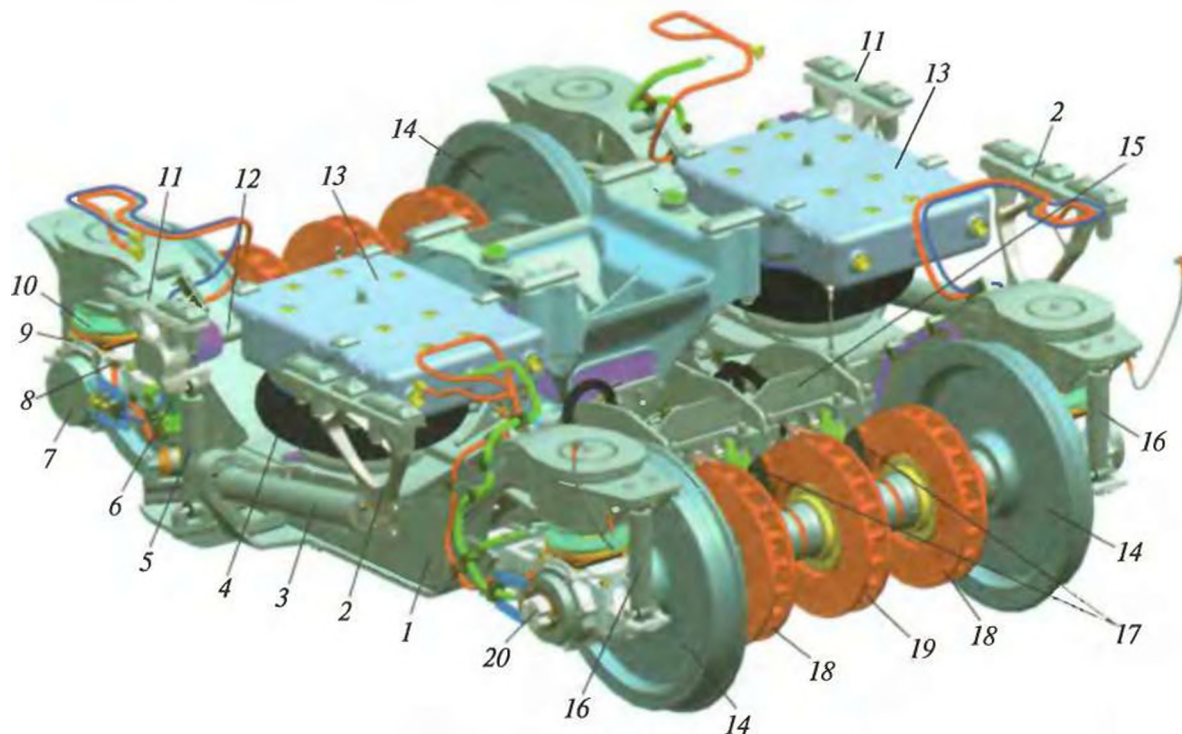


Рис. 2.42. Немоторная тележка:

1 — продольная балка рамы тележки; 2 — кронштейн демпфера виляния; 3 — демпфер виляния; 4 — пневморессора второй ступени рессорного подвешивания; 5 — вертикальный демпфер второй ступени рессорного подвешивания; 6 — поводок торсионной системы стабилизации; 7 — датчик скорости; 8 — датчик температуры буксового узла; 9 — корпус буксового узла; 10 — пружины первой ступени рессорного подвешивания; 11 — кронштейн торсионной системы стабилизации; 12 — торсион системы стабилизации; 13 — адаптер кузова вагона; 14 — цельнокатаное колесо; 15 — поперечная балка рамы тележки; 16 — демпфер вертикальных колебаний первой ступени рессорного подвешивания; 17 — клещевой механизм дисковых тормозов; 18 — тормозной диск типа c13; 19 — тормозной диск типа c14; 20 — заземляющее устройство

2.2.2. Рама тележки

Рама тележки (рис. 2.43) служит для передачи нагрузки от кузова на колесные пары, тяговых и тормозных усилий, а также установки на ней колесно-моторного блока и клещевых механизмов тормозной системы.

Рама состоит из двух сварных продольных балок коробчатого профиля, соединенных между собой поперечной балкой.

Рамы моторных и немоторных тележек различаются наличием у моторных и отсутствием у немоторных на поперечной балке кронштейнов подвески колесно-моторного блока и различной формой кронштейнов подвешивания клещевых механизмов тормозной системы. Продольные балки моторных тележек имеют кронштейны для монтажа оборудования системы подачи песка.

Продольные балки рамы первой по ходу движения поезда моторной тележки оснащены кронштейнами под установку приемных катушек локомотивной сигнализации.

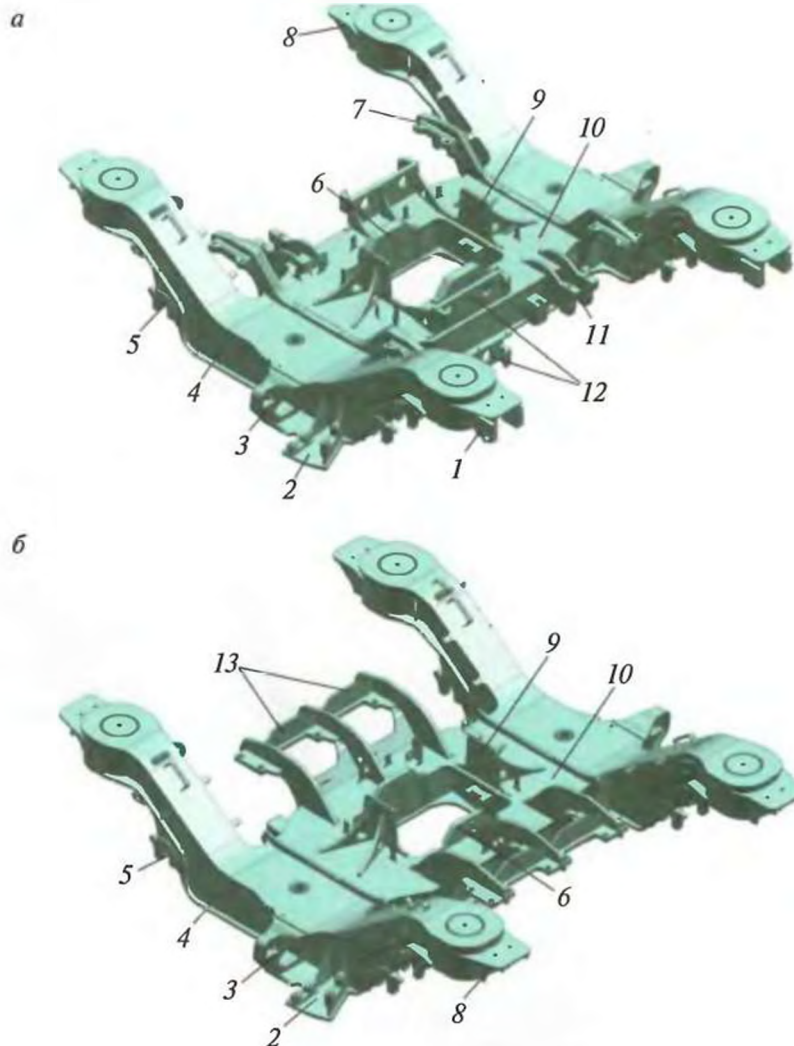


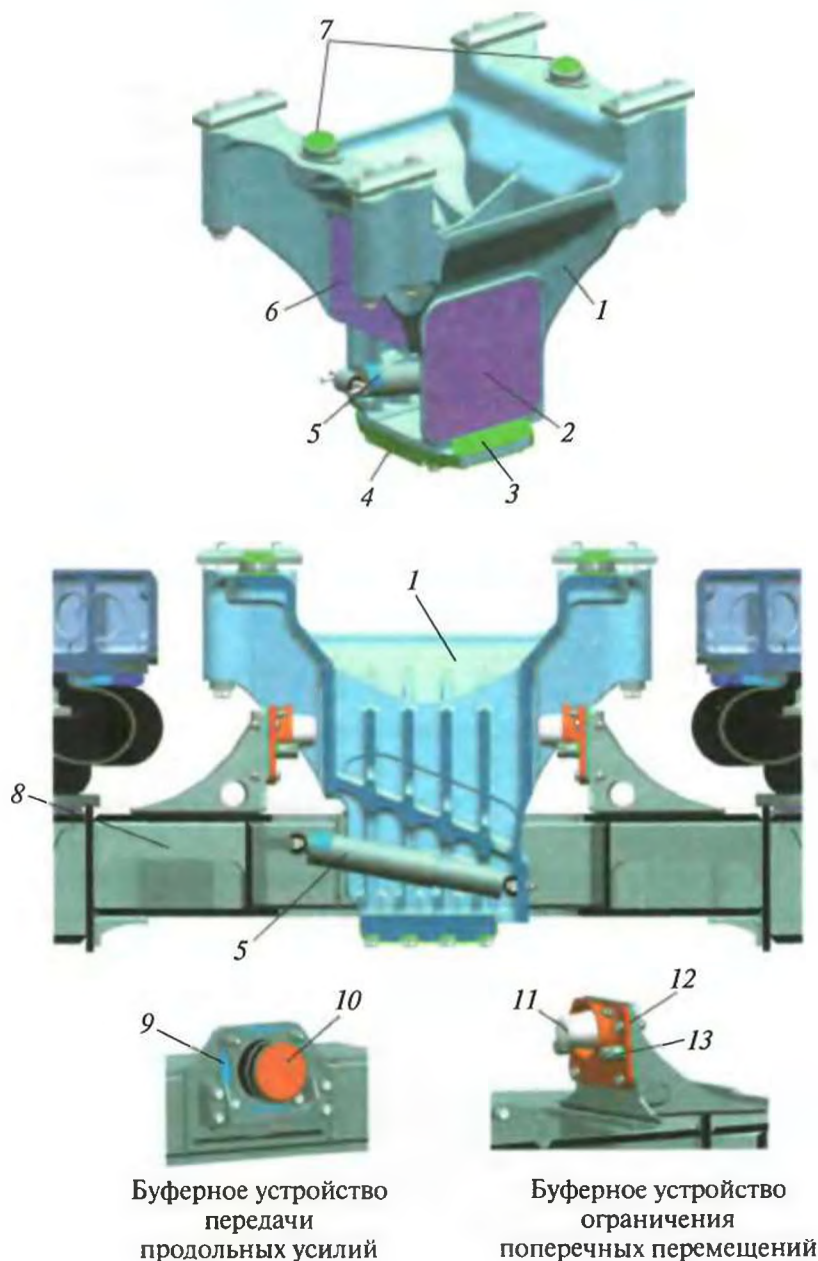
Рис. 2.43. Рама тележки (а — моторной; б — немоторной):

1 — кронштейн установки демпфера вертикальных колебаний первой ступени рессорного подвешивания и системы пескоподачи; 2 — кронштейн установки вертикального демпфера второй ступени рессорного подвешивания и поводка торсионной системы стабилизации; 3 — кронштейн установки демпфера виляния; 4 — продольная балка рамы тележки; 5 — кронштейн установки поводка буксового узла; 6 — кронштейн крепления буферного устройства передачи продольных усилий; 7 — кронштейн установки клещевого механизма дисковых тормозов моторной тележки; 8 — кронштейн установки демпфера вертикальных колебаний первой ступени рессорного подвешивания немоторной тележки; 9 — кронштейн крепления буферного устройства ограничения поперечных перемещений; 10 — поперечная балка рамы тележки; 11 — кронштейн установки поводка подвески тягового редуктора моторной тележки; 12 — кронштейн крепления тягового двигателя моторной тележки; 13 — кронштейн установки клещевого механизма дисковых тормозов немоторной тележки

2.2.3. Шкворневой узел с демпфером гашения поперечных колебаний

Шкворневой узел обеспечивает передачу продольных усилий тяги и торможения с рамы тележки на рамы остова кузова. Также шкворень ограничивает поперечные перемещения кузова и является опорой для установки демпфера гашения поперечных перемещений.

Шкворень представляет собой литую алюминиевую конструкцию и крепится к раме остова кузова. На верхней монтажной поверхности шкворня со стороны рамы остова кузова имеются центровочные болты, исключающие возможность неправильной установки шкворня. На боковых поверхностях в области контакта с упорами буферных



Буферное устройство
передачи
продольных усилий

Буферное устройство
ограничения
поперечных перемещений

Рис. 2.44. Шкворневой узел:

1 — шкворень; 2, 6 — скользящие; 3 — вставки ограничителя вертикального перемещения; 4 — пластина ограничителя вертикального перемещения; 5 — демпфер гашения поперечных перемещений; 7 — установочные болты; 8 — поперечная балка рамы тележки; 9, 12 — регулировочные вкладыши; 10 — резинометаллический элемент упора; 11 — буфер; 13 — ограничитель поперечных перемещений

устройств передачи продольного усилия и ограничения поперечных перемещений установлены скользящие из нержавеющей стали.

Нижняя часть шкворня входит в «окно» поперечной балки рамы тележки. В этой нижней части закреплена пластина с износостойкими накладками, являющаяся ограничителем вертикального перемещения, который предотвращает выход шкворня из «окна» поперечной балки тележки при подъеме кузова.

Передача продольного усилия с рамы тележки на шкворень осуществляется через два резинометаллических буферных устройства, расположенных на кронштейнах поперечной балки рамы тележки. Деформирующее воздействие шкворня на буфер ограничено предохранительным упором.

Поперечные перемещения шкворня в «окне» балки ограничены резиновыми буферами, которые также имеют металлические предохранительные упоры.

Между шкворнем и поперечной балкой рамы тележки установлен демпфер, гасящий поперечные горизонтальные движения между кузовом и тележкой. С одной стороны поперечный демпфер соединен с кузовом вагона через шкворень, с другой стороны — с рамой тележки при помощи консоли (рис. 2.44).

2.2.4. Рессорное подвешивание

Рессорное подвешивание служит для передачи веса вагона электропоезда на шейки осей колесных пар, распределения этого веса равномерно между осями, смягчения ударов, получаемых колесными парами при неровностях пути и уменьшения воздействия электропоезда на путь.

Для обеспечения комфорта пассажиров на электропоезде применено двухступенчатое рессорное подвешивание. Рессорное подвешивание первой ступени включает цилиндрические рессоры (пружины) и гидравлические демпферы. Рессорное подвешивание второй ступени представляет собой пневматическую подвеску с гидравлическими демпферами гашения колебаний.

Первая ступень рессорного подвешивания

Первая ступень рессорного подвешивания (рис. 2.45) расположена между корпусом буксового узла каждой колесной пары и рамой тележки и состоит из комплекта, включающего две цилиндрические винтовые пружины сжатия, образующие единый блок, и гидравлического демпфера.

Комплект из двух цилиндрических винтовых пружин, установленный в вертикальном положении, удерживается и центрируется двумя опорами — верхней и нижней. Меж-

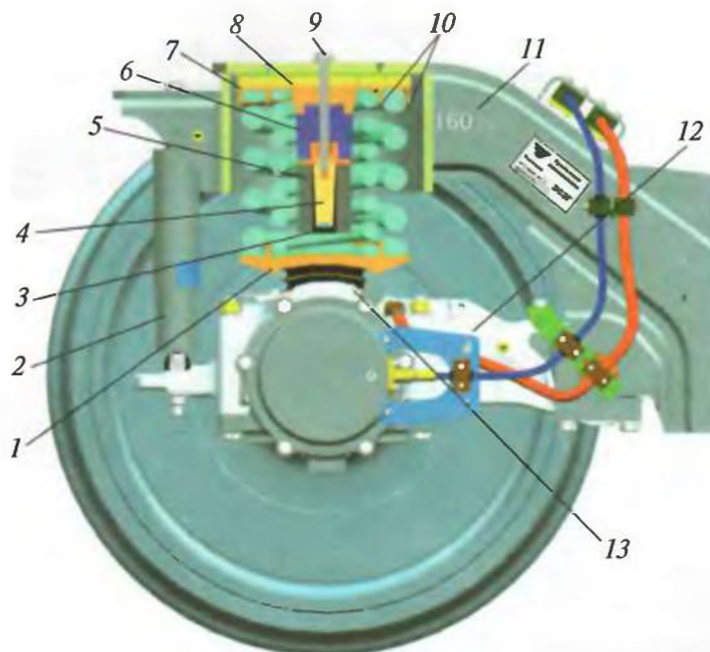


Рис. 2.45. Первая ступень рессорного подвешивания:

1 — нижняя опора пружин; 2 — демпфер вертикальных колебаний первой ступени рессорного подвешивания; 3 — упругий упор; 4 — упор; 5 — резиновый амортизатор; 6 — направляющая; 7 — верхняя опора пружин; 8 — комплект регулировочных прокладок; 9 — стяжной болт; 10 — комплект из двух цилиндрических винтовых пружин; 11 — боковина рамы тележки; 12 — корпус буксы; 13 — многослойная резинометаллическая рессора

ду верхней опорой и рамой тележки находится комплект регулировочных пружин, используемый при развеске электропоезда. Между нижней опорой и корпусом буксы расположена многослойная упругая резинометаллическая рессора.

За счет применения упругого упора рессорное подвешивание первой ступени имеет прогрессивную характеристику, т.е. ее жесткость увеличивается по мере возрастания нагрузки (прогиба) за счет воздействия упора на нижнюю опору пружины. Дальнейший прогиб цилиндрических пружин ограничен жестким упором.

Применяемый совместно с цилиндрическими пружинами гидравлический гаситель колебаний первой ступени служит для гашения колебаний, возникающих при прохождении колесной парой неровностей пути и предотвращает их передачу на раму тележки.

Вторая ступень рессорного подвешивания

Вторая ступень рессорного подвешивания расположена между рамой тележки и кузовом вагона и обеспечивает амортизацию и гашение возникающих между ними вертикальных колебаний, а также постоянную высоту кузова вагона независимо от изменяющейся нагрузки (увеличения или уменьшения количества пассажиров в вагоне).

Вторая ступень рессорного подвешивания каждой тележки состоит из двух пневматических рессор и двух вертикальных гидравлических демпферов.

Резиновая пневматическая рессора крепится к кузову вагона через адаптер — литую металлическую пустотелую конструкцию, закрепленную на раме остова кузова. Внутренние полости адаптера содержат дополнительный объем сжатого воздуха (100 л), они соединены с внутренним объемом пневматической рессоры через втулку. Один из адаптеров данной системы оборудован предохранительным клапаном, другой — разобшительным краном для выпуска воздуха при техобслуживании.

Бурт пневматической рессоры при помощи кольца зафиксирован на крепежной плите, которая в свою очередь закреплена на адаптере. Между крепежной плитой и адаптером устанавливаются регулировочные прокладки, при помощи которых во время сборки выставляется точный горизонтальный уровень кузова вагона. Обратная сторона пневматической рессоры крепится к установочному ободу. Установочный обод имеет опору с опорной плитой, на которую опускается кузов вагона при отсутствии сжатого воздуха в пневматической рессоре.

На левую и правую боковины рамы тележки устанавливаются опорные плиты, на них сверху ставятся бочкообразные цельнорезиновые страховочные рессоры, выполняющие функции амортизаторов при повреждении пневматических рессор. Воздух из полости под страховочной рессорой выводится через дренажную втулку. Между опорной плитой и рамой тележки имеются регулировочные прокладки.

Правая и левая пневматические рессоры одной тележки образуют единую систему, в которую входят также трубопроводы сжатого воздуха и установленные на них впускной клапан и клапан ограничения хода. Клапаны находятся в контейнере, закрепленном на раме остова кузова вагона в подвагонном пространстве. Оба клапана имеют одинаковую конструкцию — корпус с расположенными в нем впускным и выпускным клапанами, на которые воздействует поршень. Поршень клапана через эксцентрик соединен с рычагом управления, шарнирно связанным с тягой управления. Тяга управления представляет собой регулируемую по длине конструкцию, один конец которой закреплен на поперечной балке рамы тележки, а второй взаимодействует с рычагом управления клапана (рис. 2.46).

Гашение вертикальных колебаний, возникающих во второй ступени рессорного подвешивания, осуществляется гидравлическими демпферами, установленными между кронштейнами кузова вагона и рамы тележки по одному с каждой стороны.

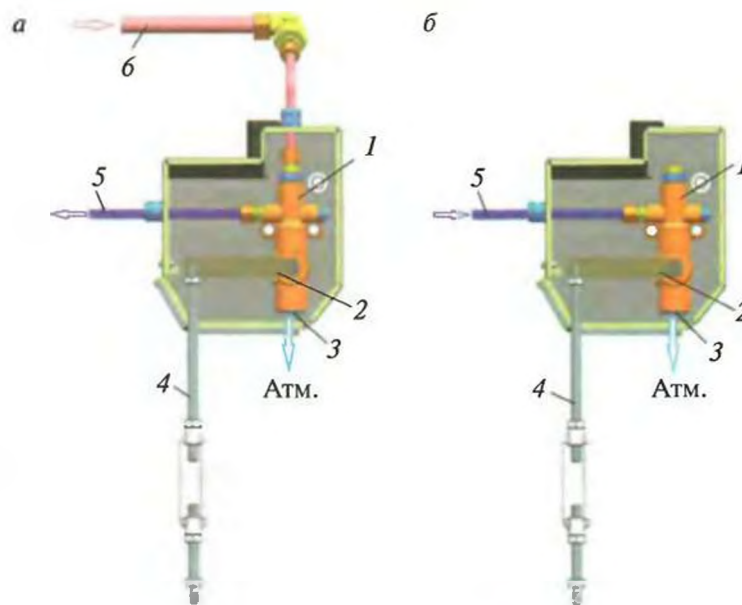


Рис. 2.46. Впускной клапан (а) и клапан ограничения хода (б):

1 — клапан; 2 — рычаг управления клапана; 3 — атмосферное отверстие; 4 — тяга управления; 5 — трубопровод пневматической рессоры; 6 — трубопровод резервуара пневматической рессоры

Регулировка высоты кузова вагона происходит за счет регулирования давления в системе пневматических рессор второй ступени подвешивания с целью удерживания пневматических рессор, на которые опирается кузов вагона, на одной и той же высоте независимо от действующей на них нагрузки. В качестве регулятора используется впускной клапан, который в соответствии с изменением нагрузки на рессору (разницей между заданной длиной тяги управления и фактической высотой рессоры) подает сжатый воздух в рессору, выпускает его из рессоры или блокирует подачу.

При постоянной нагрузке система пневматических рессор находится в уравновешенном положении, а впускной клапан перекрывает подачу сжатого воздуха в полость рессоры, находясь в запорном положении, в котором предусмотрен диапазон холостого хода рычага управления клапаном, в результате чего незначительные изменения нагрузки (например, боковые качки) не учитываются и расход воздуха не осуществляется (рис. 2.47).

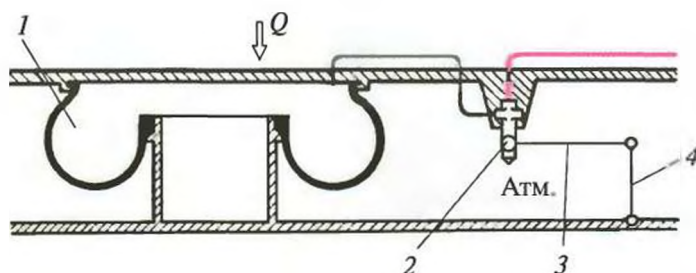
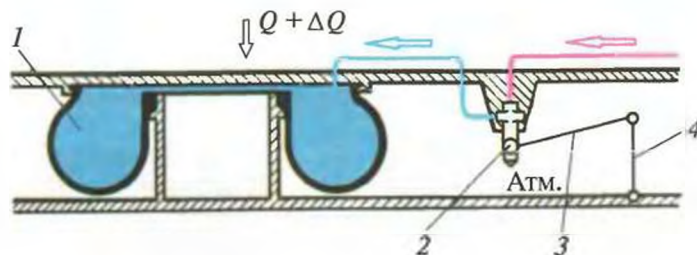


Рис. 2.47. Система пневматической рессоры в уравновешенном положении:

1 — пневматическая рессора; 2 — впускной клапан; 3 — рычаг управления клапана; 4 — тяга управления; Q — постоянная нагрузка

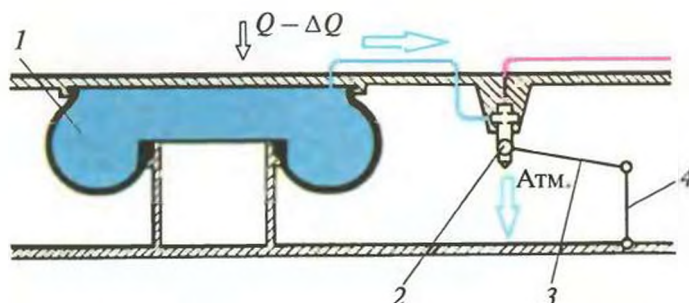
При увеличении нагрузки на пневматическую рессору заданная длина тяги управления становится больше фактической высоты рессоры, и рычаг управления, воздействуя на впускной клапан, открывает доступ воздуха из пневматической магистрали вагона в полость пневматической рессоры. Наполнение рессоры сжатым воздухом прекратится, когда заданная длина тяги управления вновь сравняется с фактической высотой рессоры (рис. 2.48).

Рис. 2.48. Система пневматической рессоры в положении подачи воздуха:
1 — пневматическая рессора; 2 — выпускной клапан; 3 — рычаг управления клапана; 4 — тяга управления; $Q + \Delta Q$ — увеличенная нагрузка



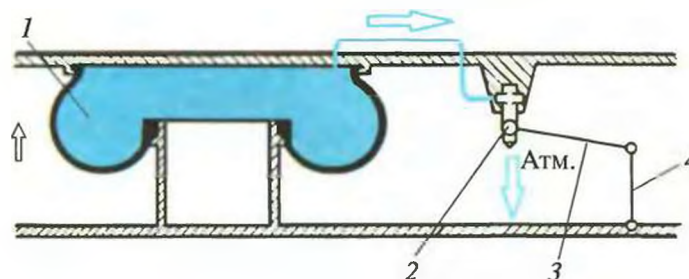
При уменьшении нагрузки на пневматическую рессору заданная длина тяги управления становится меньше фактической высоты рессоры, и рычаг управления, воздействуя на выпускной клапан, открывает выход воздуха из полости пневматической рессоры в атмосферу. Выпуск сжатого воздуха из рессоры прекратится, когда заданная длина тяги управления вновь сравняется с фактической высотой рессоры (рис. 2.49).

Рис. 2.49. Система пневматической рессоры в положении сброса воздуха:
1 — пневматическая рессора; 2 — выпускной клапан; 3 — рычаг управления клапана; 4 — тяга управления; $Q - \Delta Q$ — увеличенная нагрузка



Клапан ограничения хода защищает пневматическую рессору от недопустимого удлинения, чтобы предотвратить превышение максимально допустимого уровня кузова вагона. Заданная длина тяги управления становится меньше фактической высоты рессоры, и рычаг управления, воздействуя на клапан ограничения хода, открывает выход воздуха из полости пневматической рессоры в атмосферу. Выпуск сжатого воздуха из рессоры прекратится, когда заданная длина тяги управления вновь сравняется с фактической высотой рессоры (рис. 2.50).

Рис. 2.50. Клапан ограничения хода в положении сброса воздуха:
1 — пневматическая рессора; 2 — клапан ограничения хода; 3 — рычаг управления клапана; 4 — тяга управления



2.2.5. Торсионная система стабилизации и демпфер виляния

Торсионная система стабилизации (рис. 2.51) ограничивает поперечные качания вагона, а при движении по кривым участкам пути предотвращает наклон кузова вагона во внешнюю сторону.

Основным элементом системы стабилизации является торсионный вал, на оба конца которого в горячем состоянии насаживают рычаги системы стабилизации (рис. 2.52) и опорные втулки. Торсионный вал посредством опорных втулок устанавливается в сайлент-блоки кронштейнов кузова вагона. Рычаги и опорные втулки после посадки на торсионный вал представляют собой единую конструкцию, не подлежащую разборке (выпрессовке).

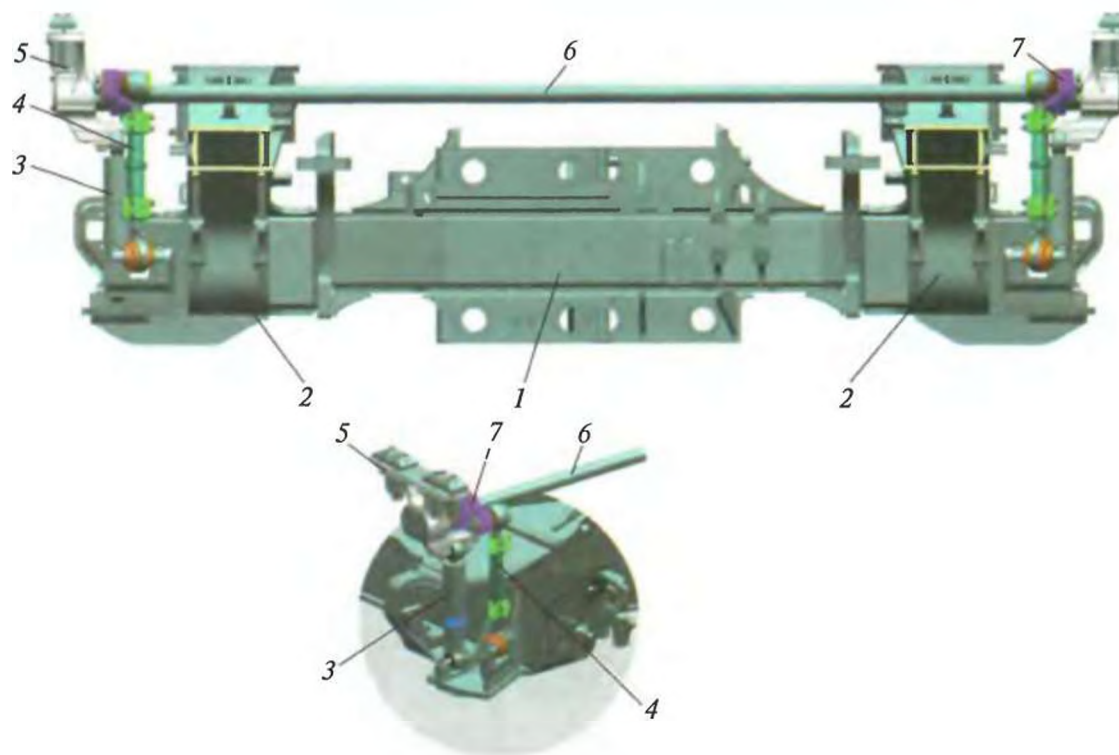


Рис. 2.51. Система стабилизации в сборе:

1 — поперечная балка рамы тележки; 2 — продольная балка рамы тележки; 3 — вертикальный демпфер второй ступени рессорного подвешивания; 4 — поводок системы стабилизации; 5 — кронштейн кузова вагона; 6 — торсион системы стабилизации; 7 — рычаг системы стабилизации



Рис. 2.52. Торсионный вал с опорными втулками и рычагами системы стабилизации

Связь торсионного вала системы стабилизации с рамой тележки осуществляется через поводки. Каждый поводок состоит из верхней и нижней опор, соединенных между собой тягой. Палец верхней опоры поводка вставляется в проушину рычага торсиона и крепится с обратной стороны корончатой гайкой. Поводок нижней опоры, представляющей собой сайлент-блок, помещен в кронштейн рамы тележки (рис. 2.53). Параллельно поводку системы стабилизации между кронштейном кузова и кронштейном рамы тележки устанавливается гидравлический демпфер второй ступени рессорного подвешивания.

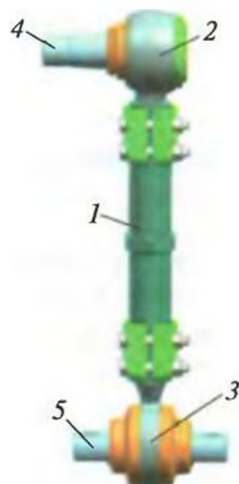


Рис. 2.53. Поводок системы стабилизации:

1 — тяга поводка; 2 — верхняя опора; 3 — нижняя опора; 4 — палец верхней опоры; 5 — поводок нижней опоры

Рис. 2.54. Установка демпфера виляния:
1 — демпфер виляния; 2 — кронштейн кузова вагона; 3 — кронштейн рамы тележки

При следовании электропоезда по кривому участку пути качание кузова вагона приводит к круговому движению рычага и скручиванию торсиона, что предотвращает наклон кузова вагона во внешнюю сторону.

Установленный между кузовом вагона и рамой тележки демпфер виляния совместно с системой стабилизации гасит колебания тележек при входе в кривые участки пути и выходе из них (рис. 2.54).



2.3. Колесные пары

2.3.1. Общие сведения

Колесная пара направляет электропоезд по рельсовому пути, передает тормозную силу при торможении, воспринимает статические и динамические нагрузки, возникающие между рельсом и колесом.

Колесная пара вагонов 01 и 05 дополнительно передает силу тяги, развиваемую тяговым электродвигателем, и преобразует вращающий момент ТЭД в поступательное движение.

2.3.2. Колесная пара вагонов 01 и 05

Колесная пара вагонов 01 и 05 (рис. 2.55) состоит:

- из полой оси колесной пары с элементами защиты от ударов щебня;
- цельнокатаного колеса с фрикционными дисками;
- осевого двухступенчатого редуктора с полумуфтой.

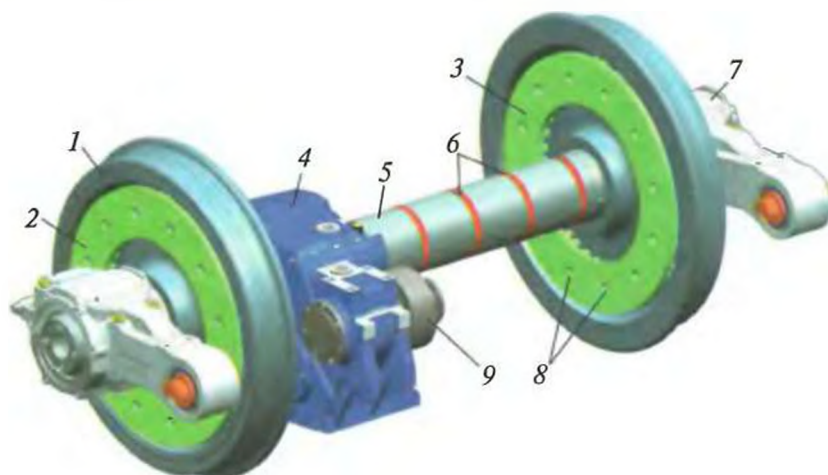


Рис. 2.55. Колесная пара моторного вагона:

1 — цельнокатаное колесо; 2 — наружный фрикционный диск; 3 — внутренний фрикционный диск; 4 — тяговый редуктор; 5 — защитный кожух оси колесной пары; 6 — хомуты защитного кожуха оси колесной пары; 7 — буксовый узел; 8 — элементы крепления фрикционного диска; 9 — полумуфта тягового редуктора

Ось колесной пары

Ось колесной пары (рис. 2.56) полая, цельнокованная из специальной осевой стали. Конструктивно различают следующие элементы оси: две буксовые шейки, две предподступичные части, две подступичные части под установку цельнокатаных колес, шейки под установку моторно-осевых роликовых подшипников и среднюю часть оси.

На торцах оси нарезаны четыре отверстия для крепления переднего упорного кольца буксового узла.

На открытые части оси установлена защита от ударов щебнем. Защита состоит из силиконовых матов разной длины, закрытых сверху двумя половинами жестяного кожуха, стянутого хомутами.



Рис. 2.56. Ось колесной пары моторного вагона:

1 — средняя часть оси; 2 — подступичная часть оси; 3 — предподступичная часть оси; 4 — буксовая шейка; 5 — шейка моторно-осевого подшипника

Колеса



Рис. 2.57. Цельнокатаное колесо

Колеса выполняются цельнокатаными и насаживаются на подступичные части оси колесной пары в горячем состоянии с гарантированным натягом. По кругу в диске колесного центра выполнены отверстия для установки шести шлицевых пробок и 12 стяжных болтов фрикционных дисков (рис. 2.57).

Монтируемый на колесо фрикционный диск является частью тормозной системы электропоезда и служит для преобразования кинетической энергии в тепловую энергию посредством трения.

Фрикционный диск колесной пары моторной тележки состоит из двух идентичных половин —

внутренней и внешней (в зависимости от расположения на колесе). Он представляет собой литую конструкцию, на тыльной стороне которой расположены ребра охлаждения. Эти ребра обеспечивают отвод тепла и придают диску жесткость.

Для крепления и центрирования фрикционного диска на колесе, а также для передачи тормозного момента используются шлицевые пробки и стяжные болтовые крепления с противоразгрузочными втулками.

Шлицевые пробки, помимо обеспечения центрирования фрикционных дисков на колесе и между собой, предотвращают проворачивание дисков и исключают передачу на стяжные болтовые крепления изгибающего усилия. Конструктивно шлицевые пробки представляют собой цилиндрические изделия с уплотнительным пружинным кольцом, удерживающим их в правильном положении во время сборки. Концы шлицевых пробок входят в шлицевые отверстия на задней стороне обеих половин фрикционных дисков.

Стяжное болтовое крепление служит для фиксации дисков на колесе и компенсирует значительные механические нагрузки и тепловое расширение. Это крепление состоит из специальных болтов с резьбой, нарезанной до головки, противоусталостных втулок и втулочных гаек (рис. 2.58).

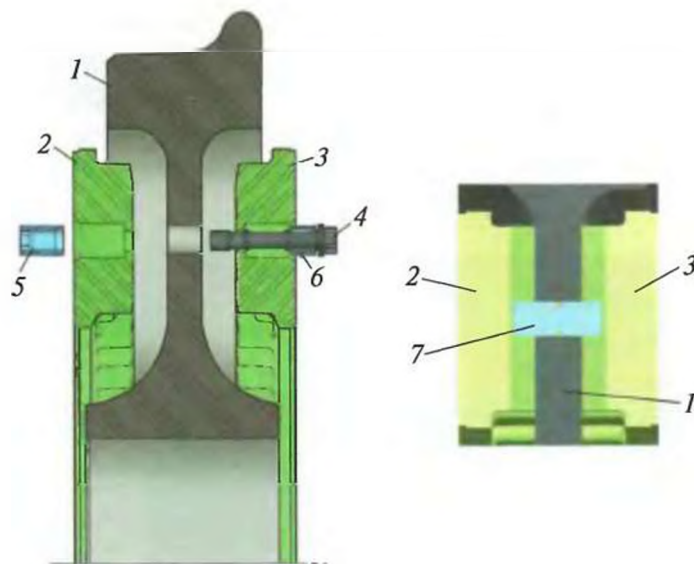


Рис. 2.58. Элементы крепления фрикционных дисков моторной колесной пары:
 1 — цельнокатаное колесо; 2 — наружный фрикционный диск; 3 — внутренний фрикционный диск;
 4 — стяжной болт; 5 — противоусталостная втулка; 6 — втулочная гайка; 7 — шлицевая пробка

Осевой зубчатый редуктор

Осевой зубчатый редуктор предназначен для передачи крутящего момента электродвигателя на колесную пару и представляет собой двухступенчатый цилиндрический редуктор с передаточным числом 4,8484.

Корпус осевого редуктора отлит из высокопрочного чугуна и для удобства монтажа на оси колесной пары разделен на две части — картер и крышку (рис. 2.59). Между собой обе части скреплены стяжными болтами и уплотнены герметиком. В крышке установлен сапун для уравнивания внутреннего давления редуктора с давлением окружающей среды. В картере имеется заправочная горловина, закрытая резьбовой пробкой, и магнитная пробка для слива масла. Картер каждого редуктора заполнен синтетическим редукторным маслом в объеме 5,8 л. Для контроля уровня масла картер редуктора оборудован масломерным стеклом. Внешнее уплотнение корпуса редуктора осуществляется бесконтактными лабиринтными уплотнениями.

Корпус осевого редуктора с одной стороны опирается на ось колесной пары через два конических роликовых

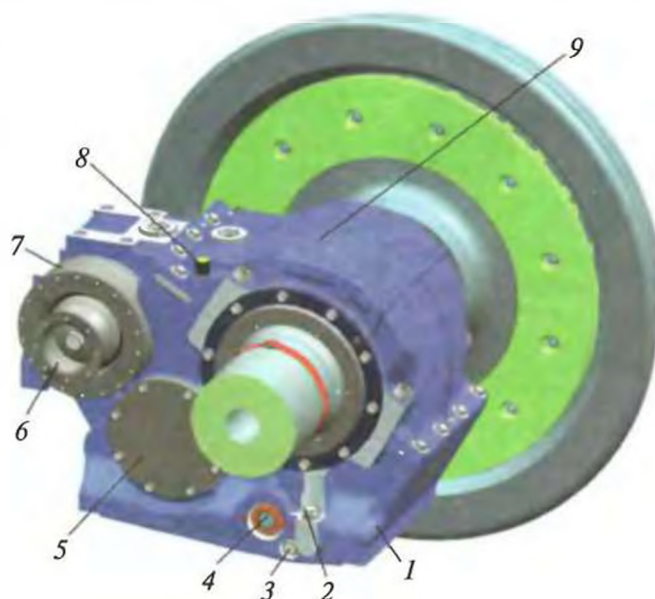


Рис. 2.59. Осевой тяговый редуктор:
 1 — картер редуктора; 2 — заправочная горловина; 3 — сливная магнитная пробка;
 4 — масломерное стекло; 5 — крышка подшипника вала промежуточной шестерни;
 6 — зубчатая полумуфта; 7 — поводок; 8 — сапун; 9 — крышка редуктора

подшипника. С противоположной стороны редуктор подвешен на кронштейн рамы тележки при помощи поводка. Поводок имеет два шарнирных резинометаллических элемента (сайлент-блока), которые амортизируют толчки и колебания, возникающие при прохождении осью колесной пары неровностей пути. Для предотвращения падения редуктора на путь при обрыве поводка на корпус редуктора установлена предохранительная плита (рис. 2.60).

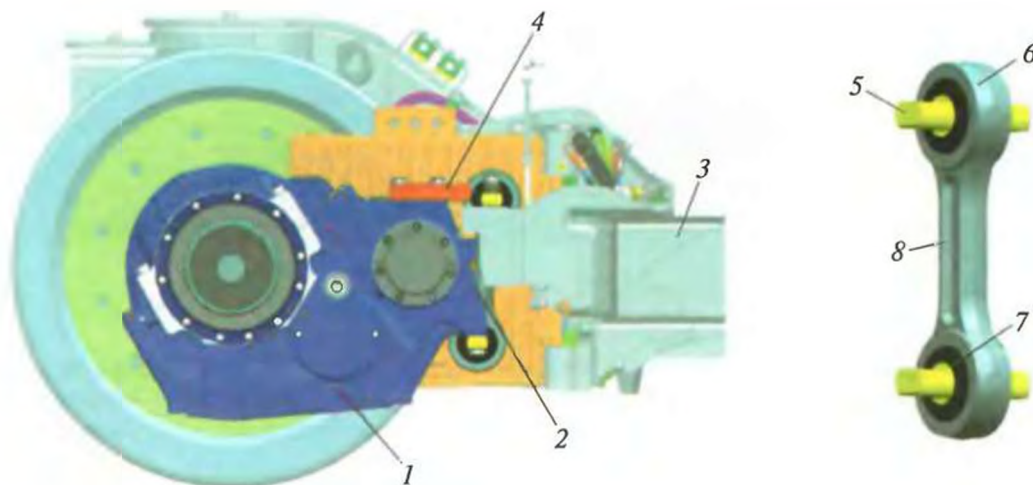


Рис. 2.60. Элементы подвески редуктора:

1 — корпус редуктора; 2, 8 — поводок; 3 — рама тележки; 4 — предохранительная плита; 5 — валик шарнира; 6 — шарнир; 7 — резинометаллический элемент

Зубчатое колесо располагается на шейке оси колесной пары и фиксируется втулкой. Колесо имеет 49 зубьев.

Промежуточный вал устанавливается в корпусе редуктора и вращается в двух цилиндрических роликовых подшипниках. Для доступа к подшипникам корпус редуктора оборудован съемными крышками. Промежуточный вал состоит из вала-шестерни с 25 зубьями, находящегося в зацеплении с зубчатым колесом оси колесной пары. На свободный конец вала насажена промежуточная шестерня с 47 зубьями (рис. 2.61).

Первичный вал размещается в корпусе редуктора и вращается в двух цилиндрических роликовых подшипниках. В центральной части первичного вала до упорного бурта напрессована шестерня с 19 зубьями, находящаяся в зацеплении с шестерней промежуточного вала. На удлиненный конец первичного вала установлена втулка скольжения фланца полумуфты. Упором противоположной стороны первичного вала служит шариковый подшипник, зафиксированный упорной шайбой, закрепленной четырьмя болтами на торце вала.



Рис. 2.61. Промежуточный вал:
1 — вал-шестерня; 2 — шестерня

Кинематическая схема осевого редуктора приведена на рис. 2.62.

Муфта передает крутящий момент от тягового электродвигателя к осевому редуктору и состоит из двух полумуфт с круговым зубчатым зацеплением: полумуфта со стороны электродвигателя и полумуфта со стороны редуктора. Устройство муфты компенсирует вертикальные, горизонтальные и продольные смещения между валом электродвигателя и редуктором (рис. 2.63).

На втулку скольжения удлиненного конца первичного вала устанавливается фланец (ступица) полумуфты. За счет

незначительного проскальзывания между втулкой и фланцем обеспечивается сохранность редуктора от повреждений путем ограничения динамического удара при резком увеличении крутящего момента двигателя. От сползания с втулки фланец удерживается концевой шайбой (упором), закрепленной при помощи болта к торцу первичного вала.

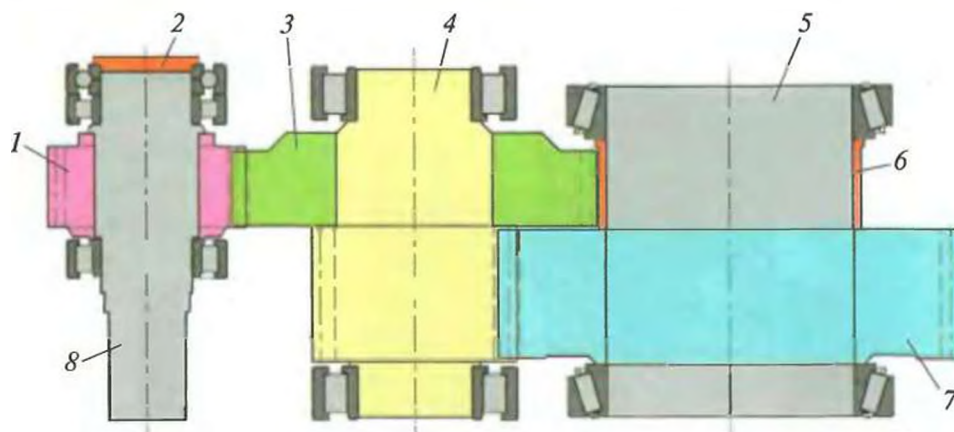


Рис. 2.62. Кинематическая схема осевого редуктора:

1 — шестерня первичного вала; 2 — упорная шайба; 3 — промежуточная шестерня; 4 — вал-шестерня; 5 — ось колесной пары; 6 — втулка; 7 — зубчатое колесо; 8 — первичный вал

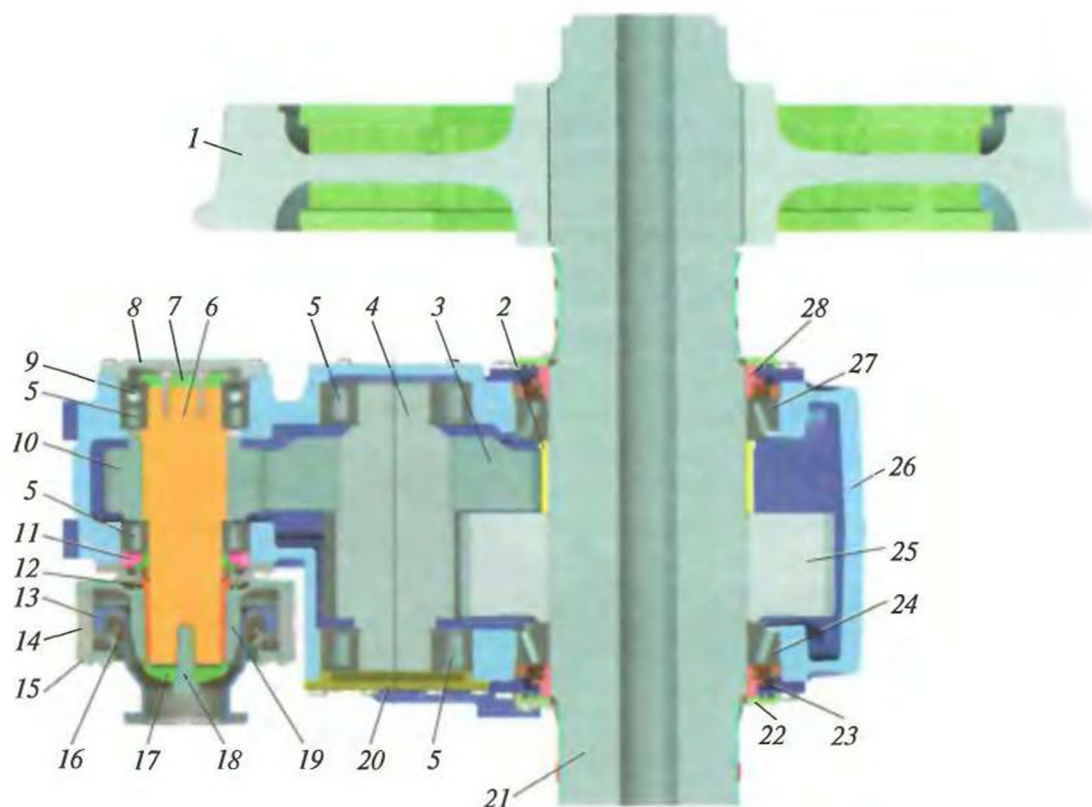


Рис. 2.63. Осевой редуктор с полумуфтой:

1 — колесо; 2 — втулка зубчатого колеса; 3 — промежуточная шестерня; 4 — вал-шестерня; 5 — цилиндрический роликовый подшипник; 6 — первичный вал; 7 — концевая шайба (упор); 8, 20 — крышка; 9 — шариковый подшипник; 10 — шестерня первичного вала; 11, 23, 28 — лабиринтное уплотнение; 12 — втулка скольжения; 13 — полумуфта (зубчатая втулка); 14 — поводок (зубчатая обойма); 15 — крышка полумуфты; 16 — уплотнительное кольцо; 17 — концевая шайба (упор); 18 — болт; 19 — фланец (ступица) полумуфты; 21 — ось колесной пары; 22 — дисковое уплотнение; 24, 27 — конические роликовые подшипники; 25 — зубчатое колесо; 26 — корпус редуктора

К фланцу (ступице) полумуфты присоединяется болтами поводок (зубчатая обойма) с внутренними шлицами, которые находятся в зацеплении с зубчатым венцом полумуфты (зубчатой втулки). Внутренняя поверхность поводка закрыта крышкой с уплотнительным кольцом. Противоположная сторона полумуфты круговым зубчатым зацеплением обеспечивает надежное шлицевое соединение с аналогичной полумуфтой тягового двигателя (рис. 2.64).

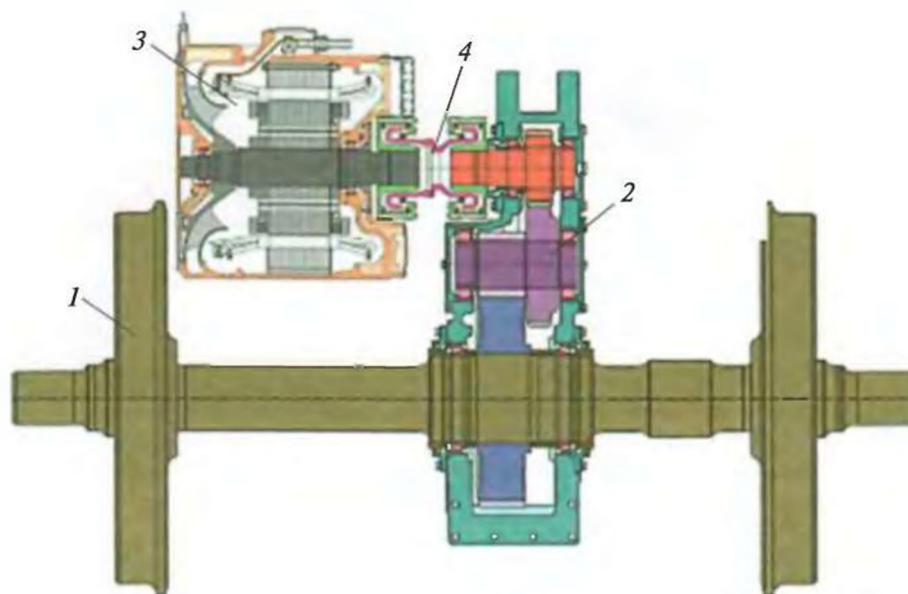


Рис. 2.64. Колесно-моторный блок (схема):
1 — колесная пара; 2 — осевой редуктор; 3 — тяговый электродвигатель; 4 — муфта

2.3.3. Колесная пара вагонов 02, 03 и 04

Колесная пара вагонов 02, 03 и 04 (рис. 2.65) состоит:

- из полый оси колесной пары с элементами защиты от ударов щебня;
- цельнокатаного колеса;
- трех фрикционных дисков.

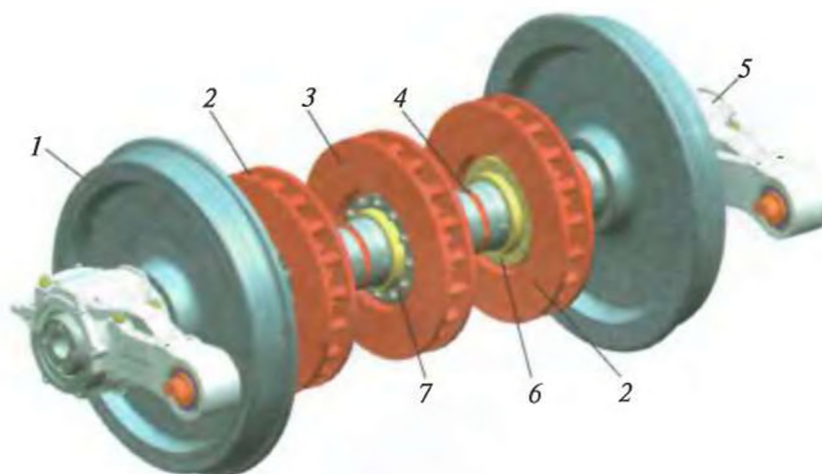


Рис. 2.65. Колесная пара немоторного вагона:
1 — цельнокатаное колесо; 2 — наружный фрикционный диск; 3 — внутренний фрикционный диск;
4 — хомут защиты оси; 5 — буксовый узел; 6 — ступица фрикционного диска; 7 — зажимное кольцо

Ось колесной пары немоторного вагона отличается от оси колесной пары моторного вагона отсутствием шейки моторно-осевого подшипника и наличием на средней части оси трех шеек для установки ступиц фрикционных дисков. На открытых частях оси для защиты от ударов щебнем имеется специальная защита.

Цельнокатаное колесо немоторного вагона имеет те же геометрические параметры, что и ось цельнокатаного колеса моторного вагона, за исключением отверстий под установку стяжных болтов и шлицевых пробок крепления фрикционных дисков.

Каждая немоторная колесная пара оснащена тремя фрикционными дисками — двумя наружными и одним внутренним, различающимися внутренним диаметром ступиц. Наружные фрикционные диски имеют внутренний диаметр ступицы 2090 мм, внутренний — 2100 мм.

Ступицы фрикционных дисков напрессовываются на шейки оси колесной пары. На ступицы устанавливаются фрикционные диски и фиксируются от проворота стопорящим болтом, затем фланец диска фиксируется между буртом ступицы и зажимным кольцом и крепится по кругу 12 болтами со стопорящими гайками (рис. 2.66).

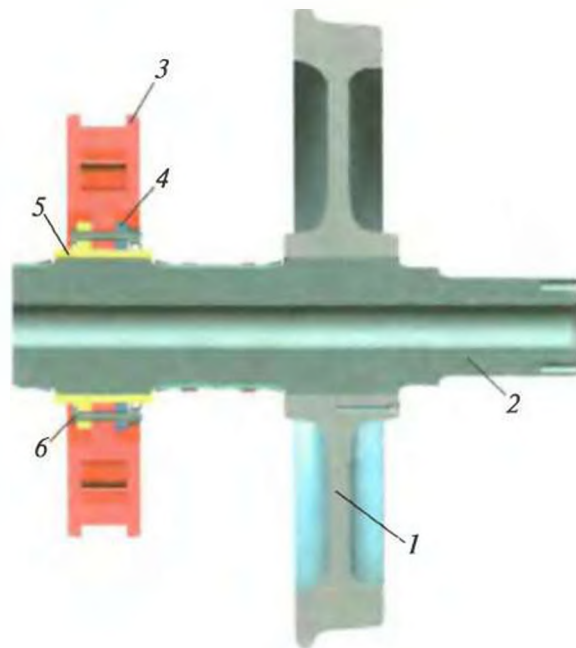


Рис. 2.66. Установка фрикционных дисков немоторной колесной пары:

1 — цельнокатаное колесо; 2 — ось колесной пары; 3 — фрикционный диск; 4 — зажимное кольцо; 5 — ступица; 6 — болт со стопорящей гайкой

2.4. Буксовый узел

Буксовый узел передает от массы вагона электропоезда на ось колесной пары вертикальные нагрузки, а от колесных пар на раму тележки — боковые и горизонтальные усилия, усилия торможения, а также усилия тяги (только на вагонах 01 и 05).

На электропоезде «Ласточка» применены бесчелюстные буксовые узлы с двухрядным коническим подшипником кассетного типа (рис. 2.67).

Корпус буксы литой, разъемный в горизонтальной плоскости. Верхняя часть является собственно корпусом, нижняя — крышкой. Обе части корпуса буксы соединяются четырьмя буксовыми шпильками. Верхняя часть корпуса имеет два прилива: прилив для крепления гидравлического демпфера вертикальных колебаний первой ступени рессорного подвешивания и прилив для установки валика резинометаллического блока (сайлент-блока) подвески буксового узла к раме тележки.

Внутри корпуса размещен двухрядный конический компактный подшипниковый узел закрытого типа, зафиксированный задним и передним упорными кольцами. Подшипник устанавливается на буксовую шейку оси колесной пары.

Для контроля температуры нагрева подшипникового узла в верхнюю часть корпуса буксы интегрирован двойной температурный датчик (резисторные термометры Pt100).

С внешней стороны на корпус буксового узла крепятся осевые импульсные датчики защиты от скольжения, датчики угла поворота системы БЛОК (ДПС) и заземляющие контакты (заземляющие устройства), либо буксовый узел остается свободным. Расположение датчиков и заземляющих устройств на буксовых узлах каждого из вагонов элек-

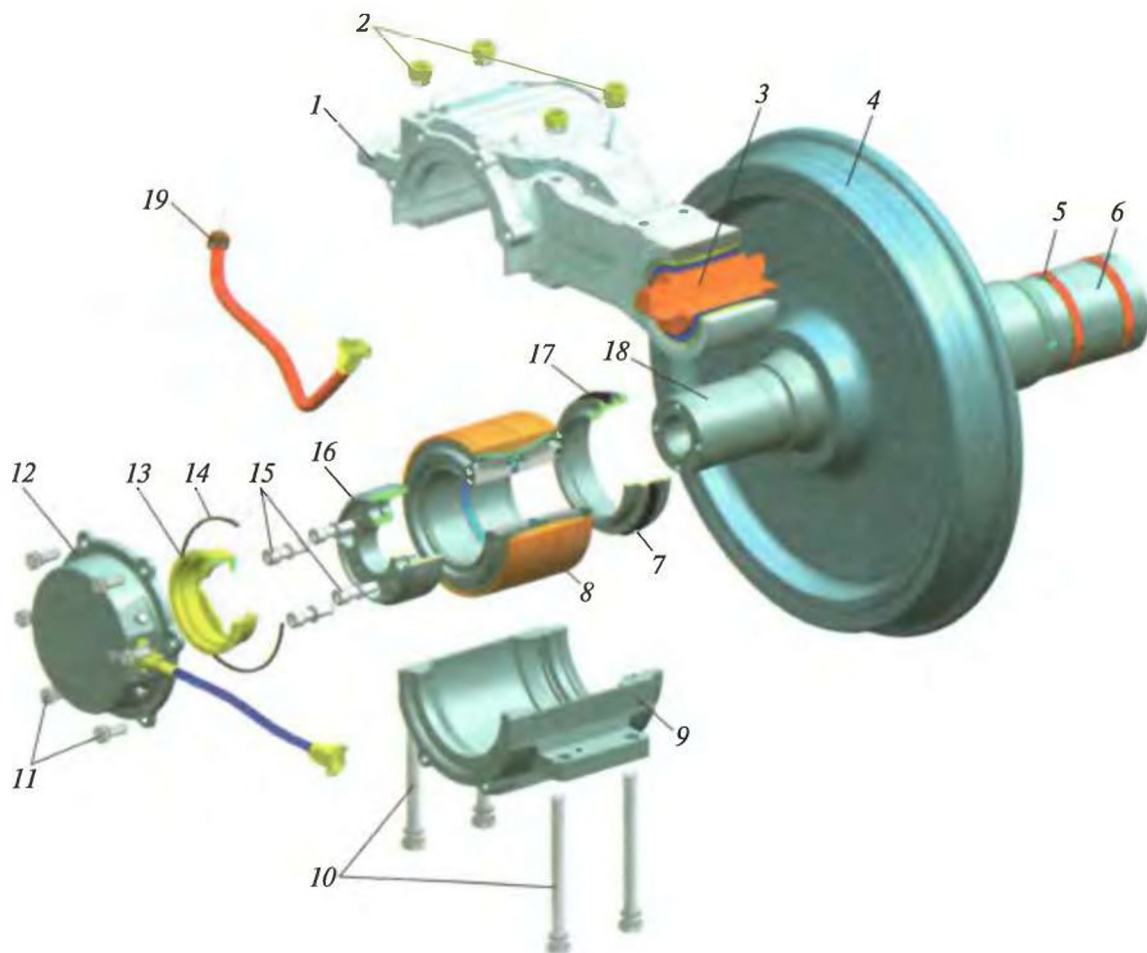


Рис. 2.67. Буксовый узел с датчиком скорости (защиты от скольжения):

1 — корпус буксы (верхняя часть); 2 — гайки буксовых шпилек; 3 — валик сайлент-блока; 4 — цельнокатаное колесо; 5 — хомут защиты оси; 6 — защита оси; 7 — заднее упорное кольцо; 8 — двухрядный конический подшипник кассетного типа; 9 — крышка буксы (нижняя часть); 10 — шпильки буксовые; 11 — болты крепления датчика скорости (защиты от скольжения); 12 — крышка датчика скорости (защиты от скольжения); 13 — индуктор датчика скорости (защиты от скольжения); 14 — уплотнительное кольцо; 15 — болты крепления переднего уплотнительного кольца; 16 — переднее уплотнительное кольцо; 17 — упорное кольцо; 18 — шейка оси колесной пары; 19 — двойной температурный датчик

тропоезда продемонстрировано на рис. 2.68. Электрическая связь датчиков и устройств с аппаратурой электровоза осуществляется при помощи кабелей, зафиксированных на кронштейнах буксовых узлов.

Осевой импульсный датчик защиты от скольжения представляет собой зубчатый индуктор, прикрепленный к торцу оси колесной пары и закрытый крышкой, в которой установлен индукционный таходатчик, измеряющий вращение индуктора и передающий информацию в систему управления электропоездом. Система управления электропоездом, анализируя полученную информацию, выявляет либо буксование колесной пары (в режиме тяги) либо ее юз (в режиме торможения).

Датчик угла поворота (ДПС) предназначен для преобразования угла поворота оси колесной пары в пропорциональное количество импульсов, используемых в измерительных системах, контролирующих направление движения, пройденный путь, скорость и ускорение. Датчик пути и скорости крепится болтами к корпусу буксового узла. В корпусе датчика расположен подшипниковый узел с валом вращения. На валу имеется диск-модулятор с системой пазов, приводимый в движение пальцем, закрепленным на торце

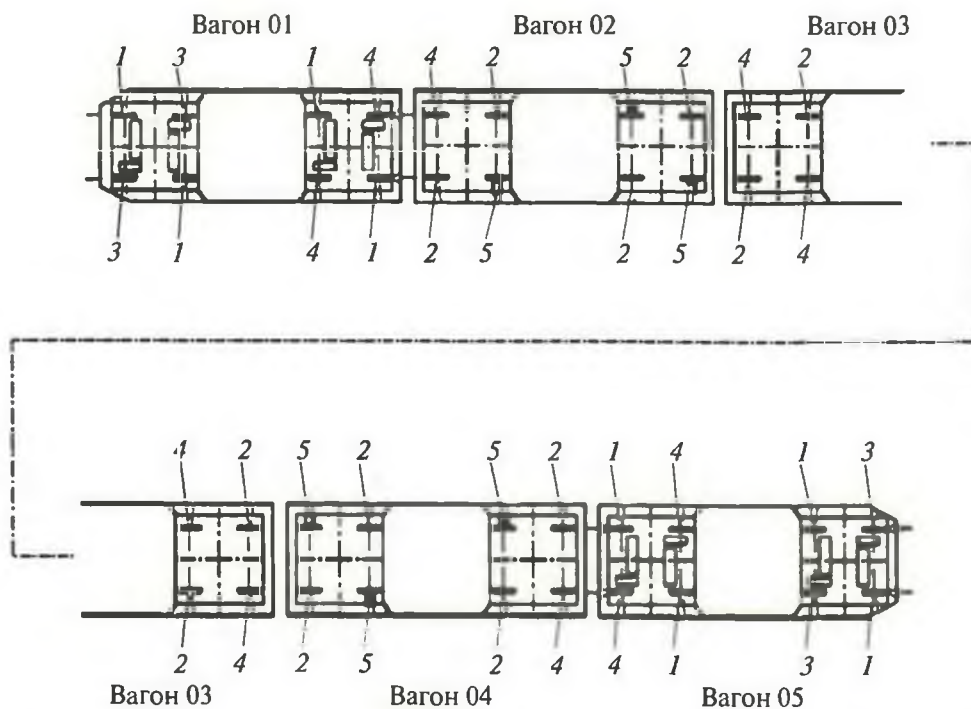


Рис. 2.68. Расположение навесных элементов на корпусах буксовых узлов (температурные датчики, установленные в корпусе каждого буксового узла, на рисунке не показаны):
 1 — осевой импульсный датчик защиты от скольжения моторной тележки; 2 — осевой импульсный датчик защиты от скольжения немоторной тележки; 3 — датчик пути и скорости системы БЛОК (ДПС); 4 — свободный буксовый узел; 5 — заземляющий контакт (заземляющее устройство)

оси. При этом палец зафиксирован на оси колесной пары эксцентрично. Диск-модулятор входит в паз кронштейна, на котором установлена оптопара (светодиодные датчики), вращается синхронно с колесной парой. Преобразование угла поворота в количество импульсов происходит в результате модуляции оптического потока, излучаемого светодиодом.

С целью уменьшения износа и предотвращения преждевременного выхода из строя буксовых подшипников на корпусе буксовых узлов с одной стороны трех колесных пар вагонов 02 и 04 устанавливаются заземляющие контакты (заземляющие устройства), состоящие из щеткодержателя с тремя графитовыми щетками и контактного диска. Контактный диск крепится к переднему упорному кольцу буксового узла четырьмя болтами и, вращаясь вместе с осью колесной пары, взаимодействует со щетками. Для предотвращения выпадения щеток из гнезд щеткодержателя используются пружинные держатели (рис. 2.69).

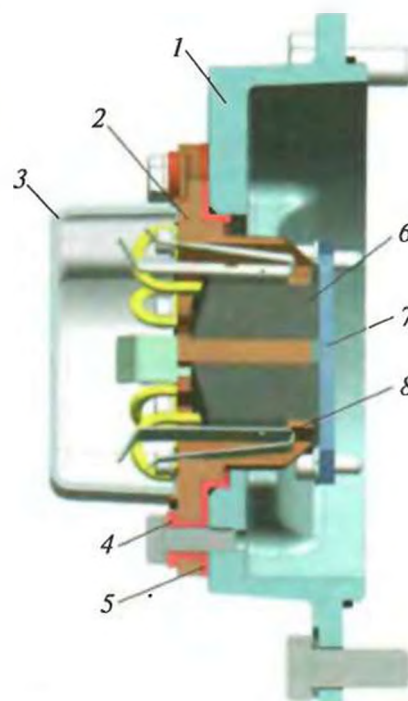


Рис. 2.69. Заземляющий контакт (заземляющее устройство):
 1 — крышка с уплотнительным кольцом; 2 — корпус щеткодержателя; 3 — крышка; 4 — изоляционная втулка; 5 — изоляционное кольцо; 6 — щетка; 7 — диск контактный; 8 — пружинный держатель

2.5. Автоматическая сцепка

2.5.1. Назначение

Для сцепления двух однотипных электропоездов на каждом головном вагоне установлена автоматическая сцепка типа «Scharfenberg», управление которой происходит из кабины машиниста без вспомогательных действий вручную. При этом осуществляется как механическое соединение электропоездов, так и соединение их электрических цепей и пневматических магистралей.

2.5.2. Устройство

Основным элементом конструкции автоматической сцепки является соединительная тяга с фрикционным амортизатором. Он служит в качестве соединительного звена между головкой сцепки и опорным кронштейном, установленным в кузове вагона (рис. 2.70), и входит в систему пассивной безопасности.

Хвостовик соединительной тяги установлен на валу опорного кронштейна. Удержание соединительной тяги в среднем положении и предотвращение ее раскачивания и нежелательных поворотов во время движения электропоезда осуществляет центрирующее устройство с опорой.

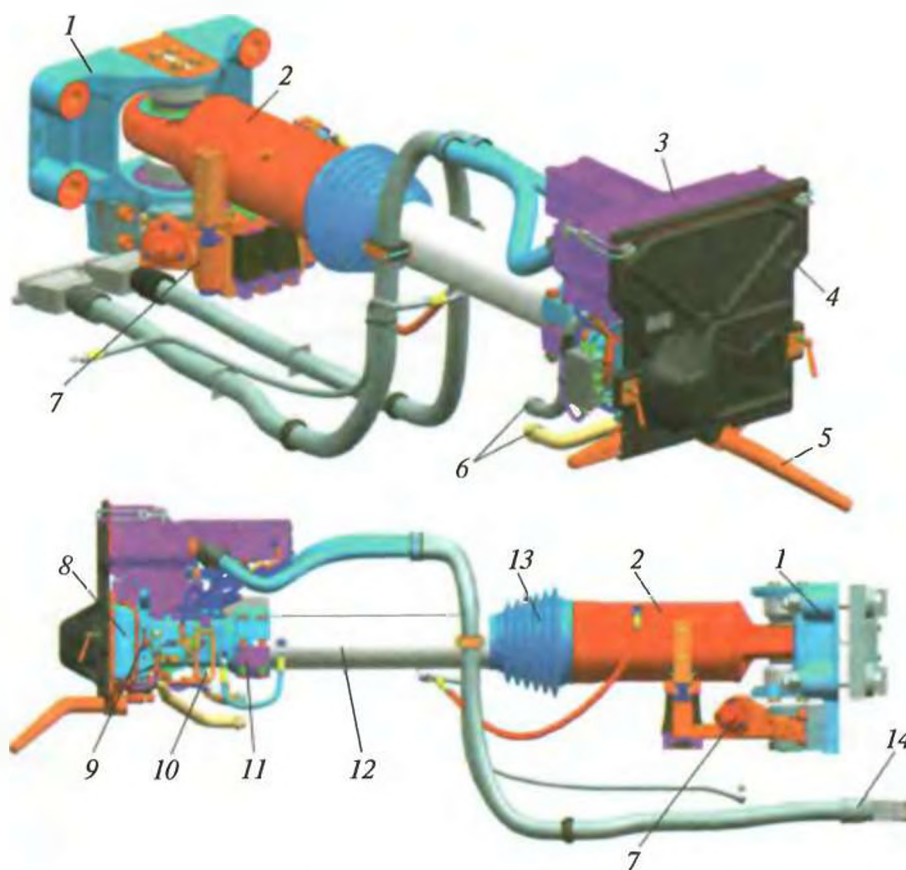


Рис. 2.70 (начало). Устройство автоматической сцепки:

1 — опорный кронштейн; 2 — фрикционный амортизатор; 3 — кожух электрического контакта сцепки; 4 — кожух головки сцепки; 5 — направляющий захват; 6 — трубопроводы сжатого воздуха; 7 — центрирующее устройство с опорой; 8 — корпус головки сцепки; 9 — кран перекрытия подачи воздуха к расцепному цилиндру; 10 — рукоятка ручного расцепа; 11 — муфтовое соединение; 12 — тяга; 13 — пыльник; 14 — электрические соединения; 15 — электрический контакт сцепки; 16 — расцепной цилиндр; 17 — торцевая стенка головки сцепки; 18 — клапаны соединения питательной магистрали и магистрали расцепного цилиндра; 19 — клапан тормозной магистрали

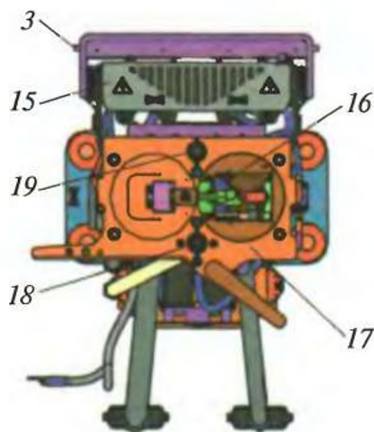


Рис. 2.70 (окончание)

Передний конец соединительной штанги имеет тарельчатую муфту, которая крепится к головке сцепки посредством разборного резьбового соединения.

Соединительная штанга оснащена пружинным амортизационным аппаратом, который поглощает энергию усилий растяжения и сжатия в пределах допустимых значений (1500 кН). Внутреннее противоударное устройство соединительной тяги является невосстанавливаемым элементом поглощения энергии. Если в системе поглощения энергии возникают усилия выше допустимых значений, элементы соединительной штанги вдвигаются друг в друга, увеличивая сопротивление этим усилиям (и передавая усилие гашения энергии к противоположной сцепке), при этом наружные элементы соединительной штанги деформируются.

Головка сцепки механически соединяет два электропоезда друг с другом посредством соединительного замка. На торцевой поверхности корпуса головки сцепки расположены конус, воронка и направляющий захват. Внутри корпуса находятся элементы замка и фиксатора сцепки, а также расцепной цилиндр. На боковой поверхности головки сцепки имеется рукоятка, установлен поворотный затвор. На нем есть ось вращения, на которой установлена сцепная петля. На сцепную петлю воздействует пружина растяжения. Рычаг поворотного затвора взаимодействует с тягой защелки, которая в расцепленном состоянии сцепки прижата к защелке под действием подпружиненной тяги упора. С противоположной стороны на тягу защелки воздействует рычаг направляющей (рис. 2.71).

Для защиты от воздействия факторов окружающей среды (дождя или снега) на головку сцепки в расцепленном состоянии устанавливается кожух. Перед соединением сцепок кожух удаляется; его хранят в служебном помещении вагона электропоезда.

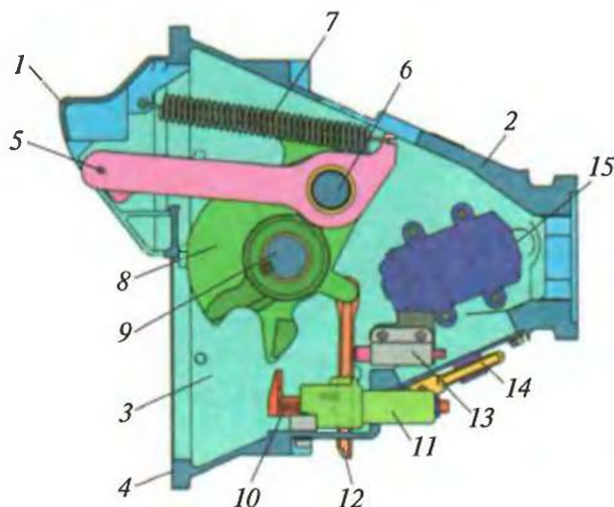


Рис. 2.71. Устройство головки сцепки:

1 — конус; 2 — корпус; 3 — воронка; 4 — торцевая поверхность; 5 — сцепная петля; 6 — ось сцепной петли; 7 — пружина растяжения; 8 — поворотный затвор; 9 — ось поворотного затвора; 10 — рычаг; 11 — направляющая рычага; 12 — тяга защелки; 13 — подпружиненный упор тяги; 14 — рукоятка ручного расцепа; 15 — расцепной цилиндр

Головка сцепки оснащена четырьмя нагревательными элементами мощностью 80 Вт, которые расположены на торцевой стенке. В несцепленном состоянии они обеспечивают оттаивание намерзшего слоя снега и льда для последующей легкой очистки головки сцепки вручную. Выключатель на головке сцепки отключает нагревательные элементы, как только сцепка достигнет механически сцепленного состояния. Данный выключатель используется также для индикации состояния «Сцеплено».

2.5.3. Работа автоматической сцепки

В начальный момент сближения головки сцепок центрируются при помощи направляющих захватов, конусы скользят по торцевой поверхности, попадая в воронки, нажимая на рычаги направляющих, выводя тяги защелок из зацепления и освобождая поворотный затвор. Одновременно сцепные петли входят в выемки поворотных затворов (рис. 2.72).

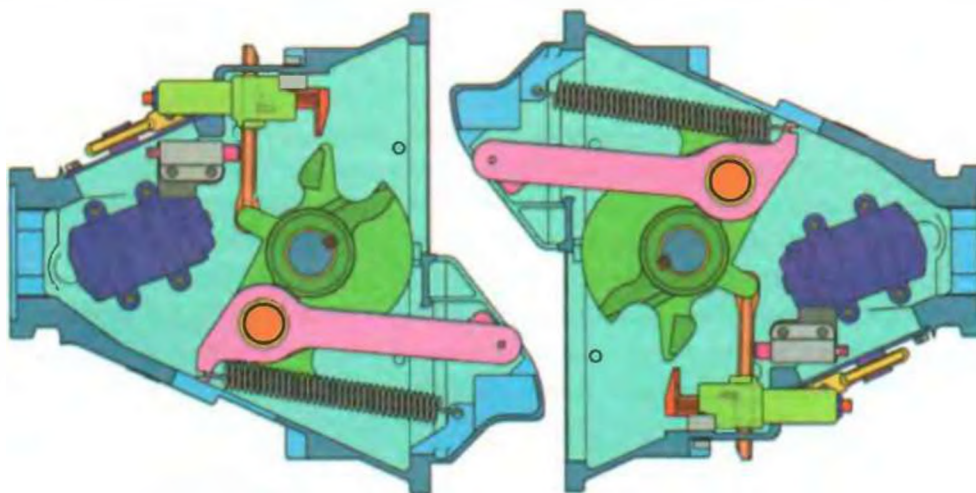


Рис. 2.72. Состояние готовности к сцепу

При дальнейшем движении головок сцепок навстречу друг другу под действием пружин растяжения поворотные затворы поворачиваются против часовой стрелки, и после соприкосновения ударных поверхностей сцепок процесс сцепки заканчивается.

В сцепленном положении конусы упираются в рычаги направляющих, пружины растяжения находятся в спокойном состоянии, тяги защелок под действием подпружиненного упора блокируют ролики сцепных петель от выхода из выемок поворотных затворов, тем самым предотвращая самопроизвольное расцепление (рис. 2.73).

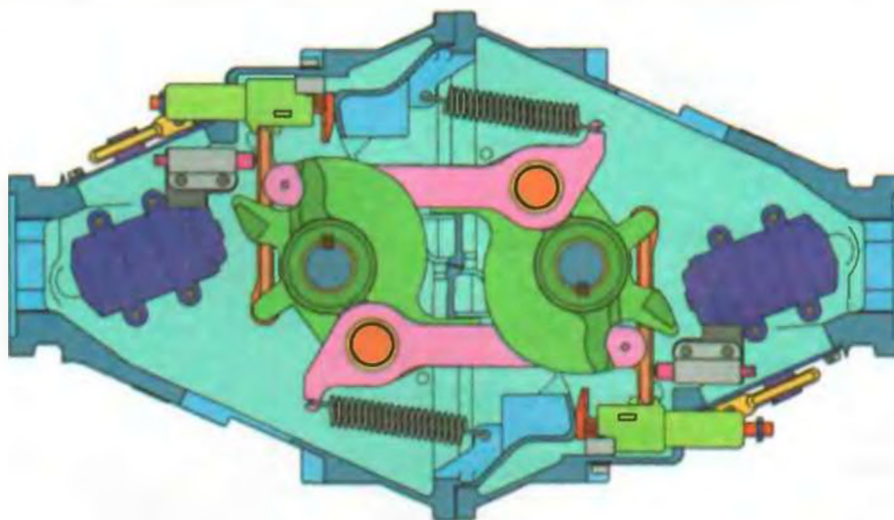


Рис. 2.73. Сцепленное состояние

Расцепить сцепки между двумя электропоездами возможно как в автоматическом режиме (дистанционно), так и вручную. Для автоматического (дистанционного) расцепки двух электропоездов на пульте машиниста следует нажать кнопку «Расцеп», после чего сжатый воздух кратковременно подается в расцепные цилиндры обеих автоматических сцепок. Штоки расцепных цилиндров выдвигаются и воздействуют на приливы поворотных затворов, поворачивая их по часовой стрелке, в результате чего ролики сцепных петель выходят из выемок поворотных затворов (рис. 2.74). Как только электропоезда отъедут друг от друга, сцепки вновь будут готовы к выполнению сцепления.

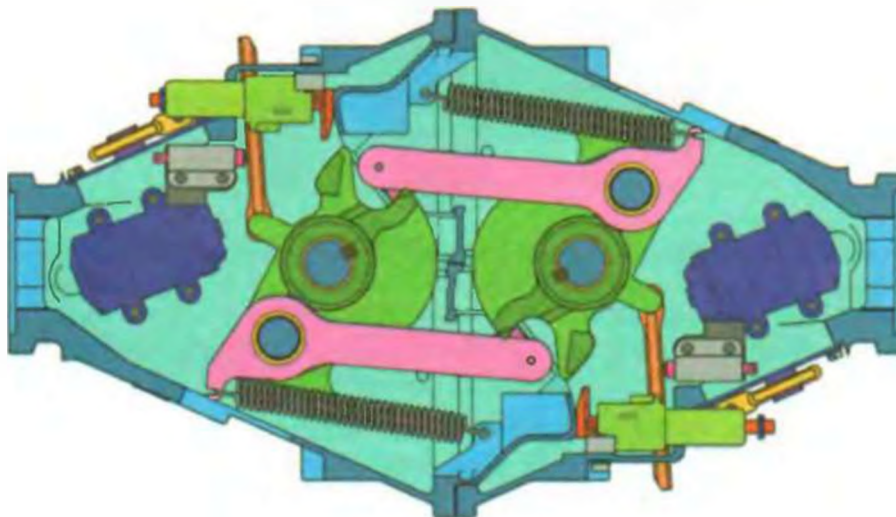


Рис. 2.74. Расцепленное состояние

Расцеп автоматических сцепок вручную осуществляется только в аварийных ситуациях посредством рукоятки, расположенной непосредственно на головке сцепки.

2.5.4. Клапаны соединения воздушных магистралей сцепки

Для возможности соединения пневматических магистралей двух электропоездов торцевая поверхность головки сцепки оборудована клапанами соединения тормозных и питательных магистралей, а также штуцером соединения магистралей расцепного привода.

В верхней части поверхности головки сцепки расположен клапан соединения тормозных магистралей со штуцером. При сцепленных автоматических сцепках штуцер благодаря усилию пружины сжатия обеспечивает надежное уплотнение соединенных тормозных магистралей электропоездов. При расцепленном состоянии клапан соединения тормозной магистрали под воздействием упора кулачкового диска прижат к своему седлу (рис. 2.75). Кулачковый диск вращается на оси, взаимодействующей с осью поворотного затвора.

При сцепке электропоездов штуцеры обеих автоматических сцепок плотно прижимаются друг к другу, одновременно вращаются оси кулачковых дисков, освобождая штоки клапанов от усилий упоров. Клапаны под действием пружин сжатия отходят от своего седла и соединяют тормозные магистрали электропоездов (рис. 2.76).

При самопроизвольном расцепе автоматических сцепок ось кулачкового диска не вращается, тормозная магистраль через открытый клапан соединяется с атмосферой и происходит принудительное торможение поезда (рис. 2.77).

В нижней части торцевой поверхности сцепки расположены клапан соединения питательной магистрали и штуцер соединения магистрали расцепного привода (рис. 2.78).

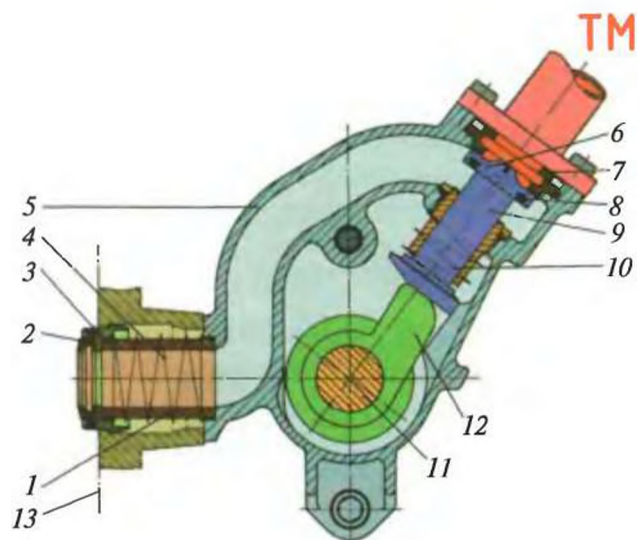


Рис. 2.75. Клапан соединения тормозной магистрали при расцепленном состоянии сцепок:
 1 — резиновая трубка; 2 — уплотнительное кольцо; 3 — муфта; 4 — пружина сжатия; 5 — корпус клапана; 6 — клапан; 7 — уплотнение; 8 — уплотнительное кольцо; 9 — шток клапана; 10 — пружина сжатия; 11 — ось вращения кулачкового диска; 12 — упор кулачкового диска; 13 — торцевая поверхность сцепки

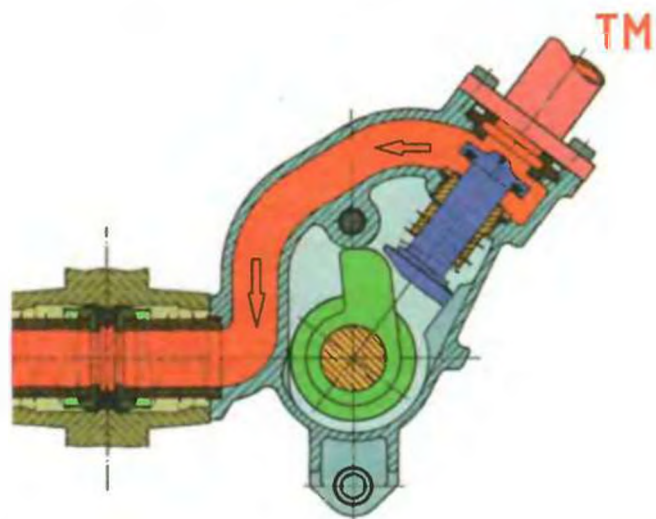


Рис. 2.76. Клапан соединения тормозной магистрали в сцепленном состоянии

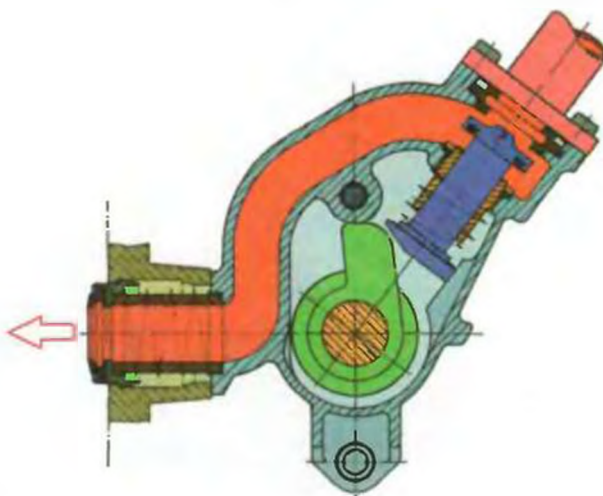


Рис. 2.77. Клапан соединения тормозной магистрали при саморасцепе

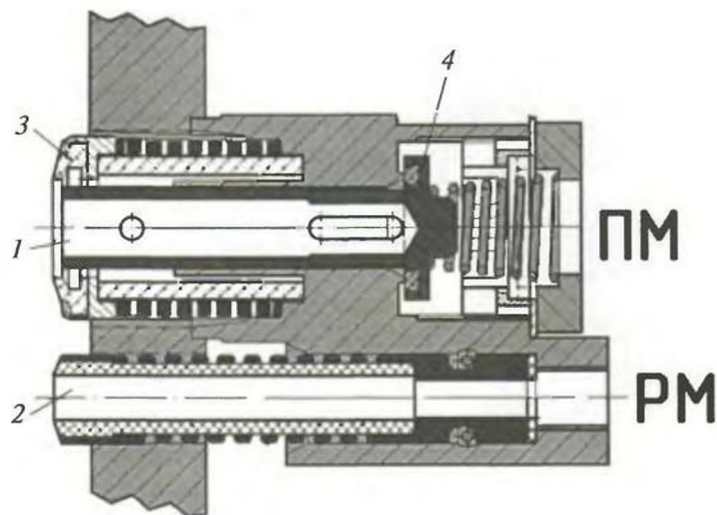


Рис. 2.78. Клапан соединения питательной магистрали и штуцер соединения магистралей расцепного привода:

1 — толкатель клапана соединения питательной магистрали; 2 — штуцер соединения магистралей расцепного привода; 3 — уплотнение; 4 — клапан соединения питательной магистрали; 5 — направляющий элемент (сепаратор); ПМ — питательная магистраль; РМ — магистраль расцепного привода

При расцепленном состоянии сцепок клапан соединения питательных магистралей прижат к своему седлу под действием пружины. При соединении сцепок толкатель клапана взаимодействуют друг с другом и, преодолевая усилие пружины, отжимают клапан от своего седла, соединяя питательные магистрали электропоездов. При разъединении электропоездов клапан под действием пружины вновь прижимается к своему седлу.

Так как магистраль расцепного привода находится под давлением только во время процесса расцепления, она не имеет клапана, а оборудована штуцером, подпружиненным направляющим элементом (сепаратором).

Для перекрытия подачи воздуха к клапанам соединения тормозной и питательной магистралей трубопроводы в районе автоматической сцепки оборудованы разобщительными (концевыми) кранами (рис. 2.79).



Рис. 2.79. Расположение разобщительных кранов:

1 — разобщительный кран тормозной магистрали КНК1; 2 — разобщительный кран питательной магистрали КНК2

2.5.5. Электрический штепсельный контакт сцепки

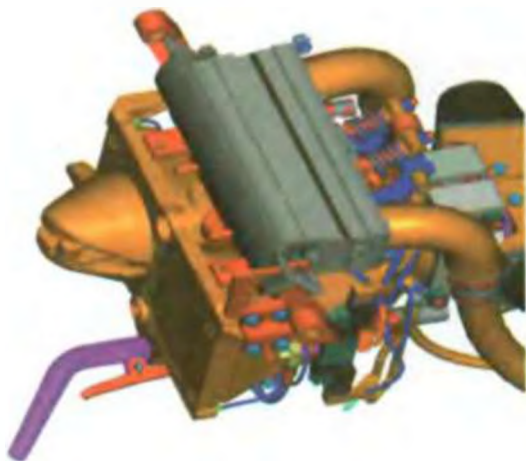


Рис. 2.80. Электрический штепсельный контакт сцепки

Для соединения электрических цепей двух сцепленных электропоездов автоматическая сцепка оснащена электрическим штепсельным контактом (рис. 2.80), установленным в верхней части головки сцепки.

Электрический контакт сцепки состоит из контактного блока со штепсельными контактами. Кабели, подводимые к контактному блоку, имеют водонепроницаемую защиту. По периметру контактного блока установлены резиновые уплотнения. В расцепленном состоянии штепсельные контакты блока закрыты крышкой и защищены от попадания влаги и случайных прикосновений. Привод контактного блока осуществляется посредством рычажной передачи, соединенной с пневматическим цилиндром. Сжатый воздух

в цилиндр подается через клапан распределения сжатого воздуха, взаимодействующий с кулачком, установленным на шпильке поворотного затвора автоматической сцепки.

При соединении сцепок и повороте затвора кулачок воздействует на распределительный клапан, и в цилиндр привода электрического контакта подается сжатый воздух. Крышки электрических контактов обеих сцепок открываются автоматически, и контактные блоки начинают выдвигаться навстречу друг другу. Благодаря устройствам центрирования обеспечивается выравнивание и фиксирование конечного положения электрической сцепки.

При необходимости автоматическую работу электрических контактов сцепки можно отключать. В этом случае при сцепке электропоезда соединяются только механически, в то время как электрические сцепки остаются в отведенном положении и могут выдвигаться только вручную.

2.6. Межвагонные сцепки

Соединение отдельных вагонов электропоезда осуществляется при помощи межвагонных сцепок. Каждое межвагонное соединение включает короткую и длинную сцепки, скрепленные между собой посредством разборного муфтового соединения, представляющего собой две тарельчатые полумуфты, стянутые болтами. Короткие и длинные сцепки между вагонами 01 и 02, 04 и 05 оборудованы невосстанавливаемыми ударопоглощающими устройствами, являющимися элементами системы пассивной безопасности (крэш-системы).

Межвагонная сцепка состоит из тяги, один конец которой через поглощающее устройство с полимерными элементами устанавливается в кронштейне буферного бруса рамы остова кузова (рис. 2.81, 2.82). Противоположный конец тяги длинных сцепок имеет воронкообразную рабочую поверхность, в которую входит рабочая поверхность короткой сцепки, после чего сцепки фиксируются муфтовым соединением (рис. 2.83). Тяга сцепок с невосстанавливаемыми ударопоглощающими устройствами представляет собой упругий деформируемый элемент.

Поглощающее устройство межвагонных сцепок — это два эластичных полимерных элемента (см. рис. 2.82).

Расположение межвагонных сцепок в составе электропоезда представлено на рис. 2.84.

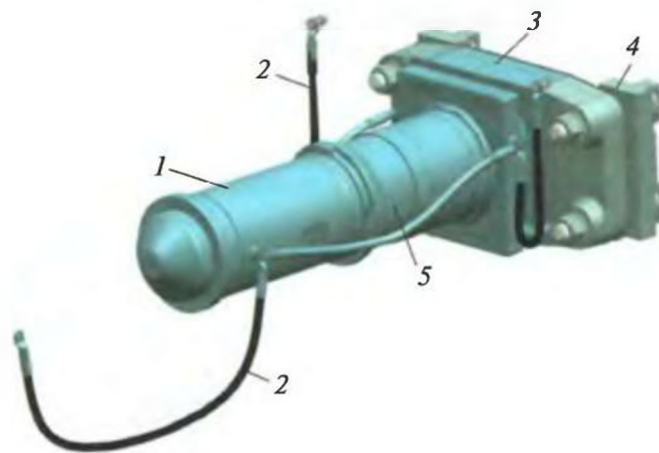


Рис. 2.81. Короткая междвагонная сцепка с невозстанавливаемым ударопоглощающим устройством:
1 — тяга; 2 — шунты заземления; 3 — кронштейн; 4 — ригель; 5 — упругий деформируемый элемент

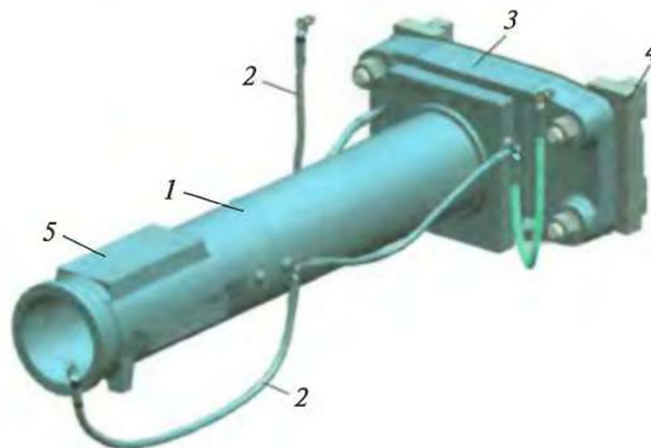


Рис. 2.82. Длинная междвагонная сцепка:
1 — тяга; 2 — шунты заземления; 3 — кронштейн; 4 — ригель; 5 — место установки опоры скольжения междвагонного перехода

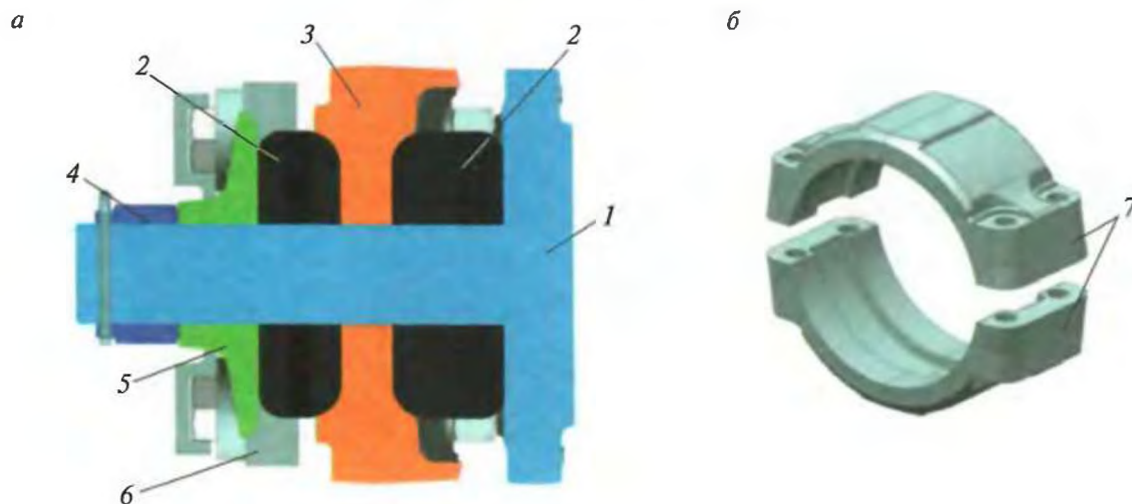


Рис. 2.83. Поглощающее устройство (а) и муфтовое соединение (б):
1 — тяга; 2 — полимерный эластичный элемент; 3 — кронштейн; 4 — гайка; 5 — тарелка поглощающего устройства; 6 — ригель; 7 — две полумуфты

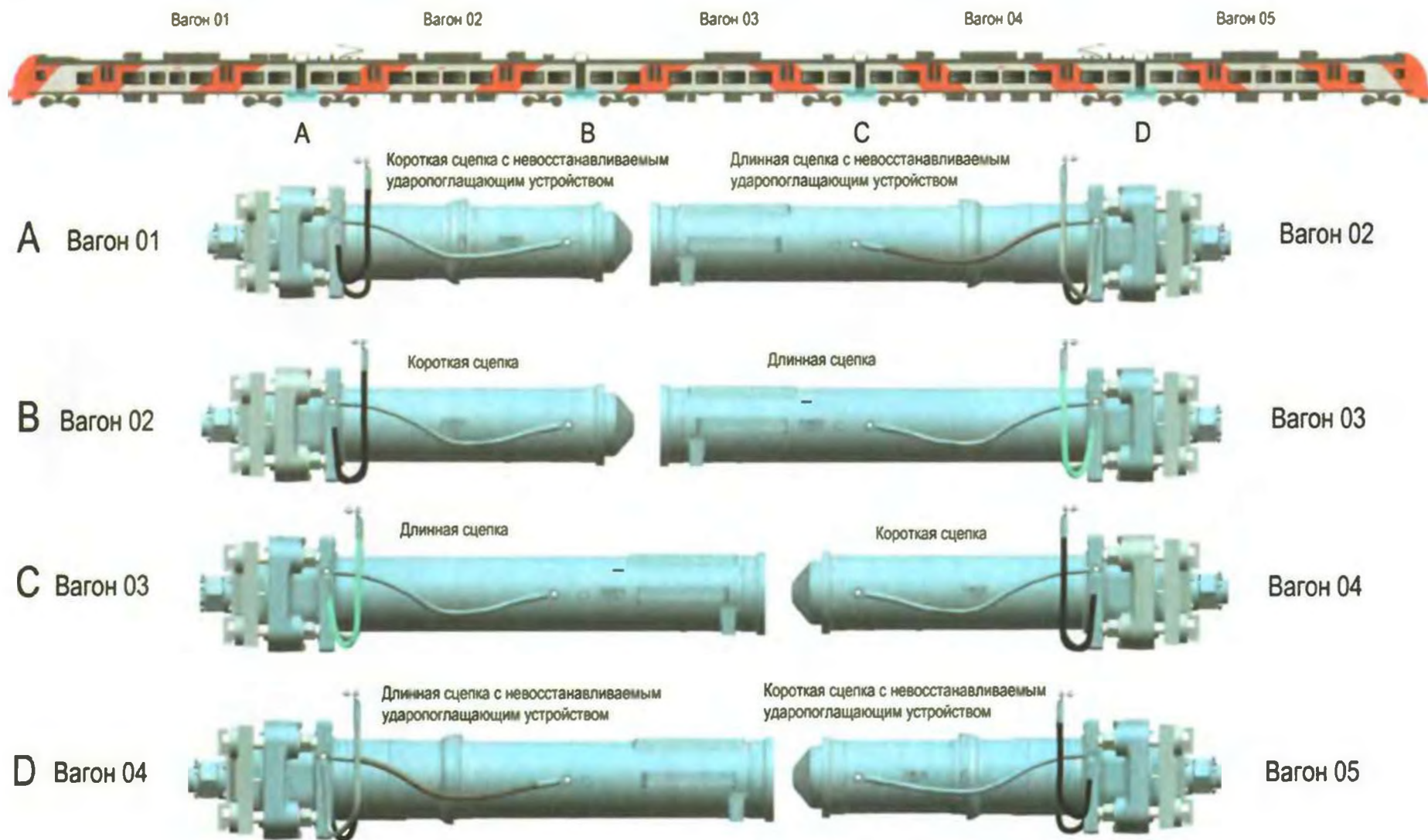


Рис. 2.84. Расположение междвагонных сцепок в составе поезда

2.7. Вспомогательные сцепки

2.7.1. Общие сведения

Вспомогательные сцепки позволяют выполнять транспортировку электропоезда или маневровые работы с отдельными вагонами при помощи локомотива, оборудованного автосцепками типа СА-3.

Комплект вспомогательных сцепок состоит:

- из переходной сцепки (адаптера) автоматической сцепки типа «Scharfenberg»;
- переходной сцепки (адаптера) автосцепки СА-3;
- переходной соединительной муфты межавгонной сцепки.

Каждый из адаптеров имеет прочность на сжатие и растяжение до 300 кН. Вес одного адаптера составляет 25 кг.

Вспомогательные сцепки хранятся в подкузовном контейнере вагона электропоезда 03 (рис. 2.85).

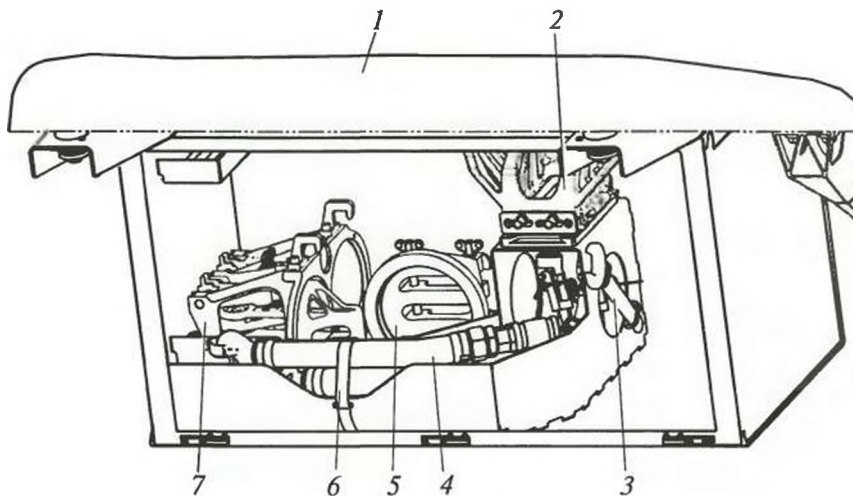


Рис. 2.85. Место хранения вспомогательных сцепок:

1 — контейнер; 2 — переходная сцепка автосцепки СА-3; 3 — гаечный ключ; 4 — соединительный рукав; 5 — соединительная муфта межавгонной сцепки; 6 — крепежный ремень; 7 — переходная сцепка автоматической сцепки типа «Scharfenberg»

2.7.2. Переходная сцепка (адаптер) автоматической сцепки типа «Scharfenberg»

Переходная сцепка (адаптер) автоматической сцепки типа «Scharfenberg» предназначена для подсоединения к головному вагону электропоезда вспомогательного либо другого локомотива, оборудованного автосцепкой СА-3.

Адаптер состоит из корпуса, который с одной стороны имеет сцепную головку, а с другой стороны — кронштейны тягово-сцепного устройства для монтажа переходной сцепки автосцепки СА-3.

Сцепная головка обладает конфигурацией профиля головки автоматической сцепки, образуемого торцевой поверхностью, конусом и воронкой, и снабжена запирающим механизмом. Профиль торцевой поверхности с помощью конуса и воронки обеспечивает центрирование сцепок.

В верхней части торцевой поверхности установлены два крюка, облегчающие монтаж переходной сцепки.

Поворотный запирающий механизм состоит из сцепной петли, поворотного затвора с осью вращения и торсионной пружины. Запирающий механизм переходной сцепки воспринимает тяговые усилия, а торцевая поверхность — усилия сжатия. Торсионная пружина

жина удерживает запирающий механизм сцепки и обеспечивает положение готовности к сцеплению. Во время соединения с автоматической сцепкой типа «Scharfenberg» сцепные головки встречаются, центрируются и входят одна в другую. При этом сцепные петли входят в зацепление с поворотными затворами противоположной сцепной головки.

В комплекте с переходной сцепкой поставляются два соединительных рукава для подключения к тормозной и питательной магистралям. Зафиксированные в сцепной головке переходной сцепки рукава обеспечивают надежное соединение (рис. 2.86).

Перед установкой переходной сцепки на головку автоматической сцепки следует:

- отключить устройство управления электрической сцепкой;
- проверить на легкость хода запирающий механизм сцепки и при необходимости смазать пластичной смазкой «ISOFLEX TOPAS NCA 52»;
- проверить запирающие механизмы обеих сцепок (находятся ли они в положении готовности к сцепке).

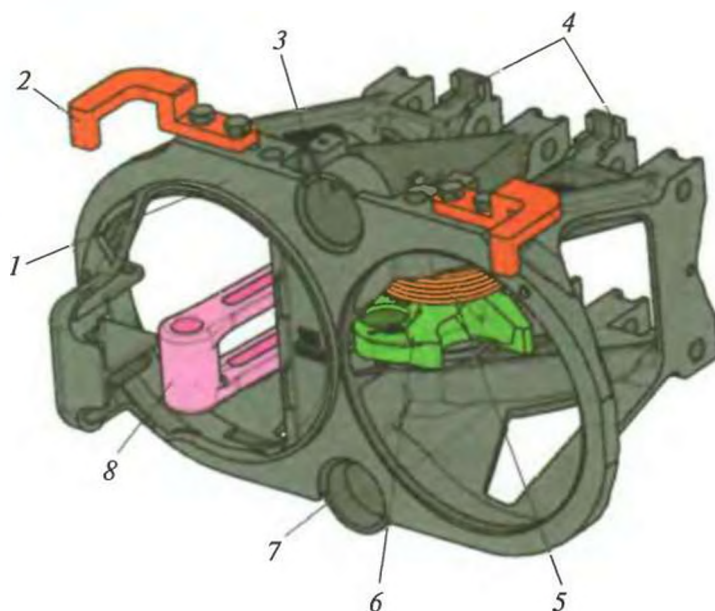


Рис. 2.86. Переходная сцепка (адаптер) автоматической сцепки типа «Scharfenberg»:

1 — торцевая поверхность с конусом и воронкой; 2 — крюк; 3 — отверстие для установки соединительного рукава тормозной магистрали; 4 — кронштейны тягово-сцепного устройства; 5 — торсионная пружина; 6 — поворотный затвор; 7 — отверстие для установки соединительного рукава питательной магистрали; 8 — сцепная петля

Для установки переходной сцепки на головку автоматической сцепки необходимо:

- подвесить переходную сцепку при помощи крюков на верхней поверхности торца автоматической сцепки;
- отклонить (приподнять) переходную сцепку примерно на 30° от торцевой поверхности автоматической сцепки и резко захлопнуть ее на сцепной головке автоматической сцепки. Запирающие механизмы сцепок соединятся с отчетливым щелчком;
- удостовериться, что запирающий механизм переходной и автоматической сцепок находится в сцепленном положении, что их торцевые поверхности располагаются друг против друга, что петля автоматической сцепки находится в зеве поворотного затвора переходной сцепки. При необходимости отцентрировать сцепки;
- установить в верхнее отверстие сцепной головки переходной сцепки рукав тормозной магистрали, в нижнее отверстие — рукав питательной магистрали. Застопорить рукава при помощи рукояток и зафиксировать рукоятки пружинными защелками-фиксаторами (рис. 2.87).

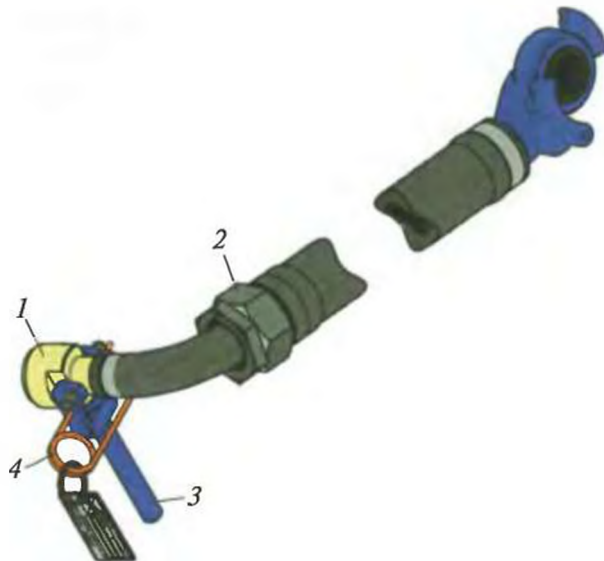


Рис. 2.87. Соединительный рукав:
1 — штуцер; 2 — рукав; 3 — рукоятка; 4 — пружинная защелка-фиксатор

Для снятия переходной сцепки с головки автоматической сцепки следует разблокировать рукоятки соединительных рукавов, перекрыть рукоятки и снять рукава. Затем произвести расцепление автоматической сцепки при помощи рукоятки, приподнять переходную сцепку вверх и снять с крючков.

2.7.3. Переходная соединительная муфта межвагонной сцепки

Переходная соединительная муфта предназначена для присоединения локомотива, оборудованного автосцепками типа СА-3, к межвагонной сцепке отдельного вагона электропоезда (например, при маневровых передвижениях по путям депо).

Торцевая сторона переходной муфты представляет собой соединительную муфту. С другой стороны переходная муфта имеет кронштейны тягово-сцепного устройства для монтажа переходной сцепки (адаптера) автосцепки СА-3 (рис. 2.88).

Для установки переходной соединительной муфты на межвагонную сцепку используется штатное муфтовое соединение, состоящее из двух полумуфт.

Перед установкой переходной соединительной муфты на тягу межвагонной сцепки необходимо:

- снять соединительную муфту с буртика тяги межвагонной сцепки (если до этого она не была снята при расцепе вагонов);
- проверить межвагонную сцепку на наличие видимых повреждений, очистить буртик тяги и половины соединительной муфты (полумуфты);
- смазать пластичной смазкой «ISOFLEX TOPAS NCA 52» стыковочные поверхности межвагонной сцепки и половин соединительной муфты (полумуфты).

Последовательность установки переходной соединительной муфты следующая:

- поместить переходную соединительную муфту на тягу межвагонной сцепки, совместить буртики и отцентровать их по отношению друг к другу;

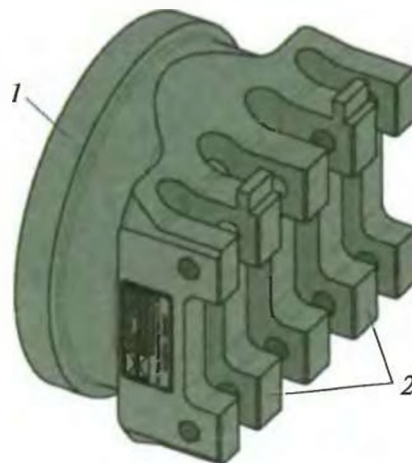


Рис. 2.88. Переходная соединительная муфта:
1 — соединительная муфта; 2 — тягово-сцепное устройство

- установить стяжные болты с шестигранной головкой в сквозные отверстия верхней полумуфты соединительной муфты междвагонной сцепки;
- обработать резьбовую поверхность болтов монтажной пастой;
- поместить верхнюю полумуфту на буртики тяги междвагонной сцепки и переходной соединительной муфты, выровнять ее по горизонтали и легкими ударами молотка набить на буртики;
- установить нижнюю полумуфту соединительной муфты междвагонной сцепки;
- вручную навернуть на болты шестигранные гайки с предохранительными шайбами и выровнять нижнюю соединительную муфту параллельно верхней;
- удерживая болты, затянуть гайки крест-накрест, при этом соблюдая параллельную центровку.

Демонтаж переходной соединительной муфты выполняется в обратной последовательности.

2.7.4. Переходная сцепка (адаптер) автосцепки СА-3

При помощи переходной сцепки осуществляется соединение локомотива, оборудованного автосцепкой типа СА-3, с установленными на электропоезде переходными устройствами (переходной сцепкой или соединительной муфтой).

Торцевая сторона переходной сцепки автосцепки СА-3 имеет специальный профиль, повторяющий профиль головки автосцепки СА-3 (головку типа SA3). С другой стороны переходная сцепка имеет кронштейны тягово-сцепного устройства для крепления к аналогичному тягово-сцепному устройству установленного на электропоезде переходного устройства — переходной сцепки автоматической сцепки «Scharfenberg» или переходной соединительной муфты (рис. 2.89). Кронштейны тягово-сцепного устройства снабжены специальными фиксирующими шарнирами.

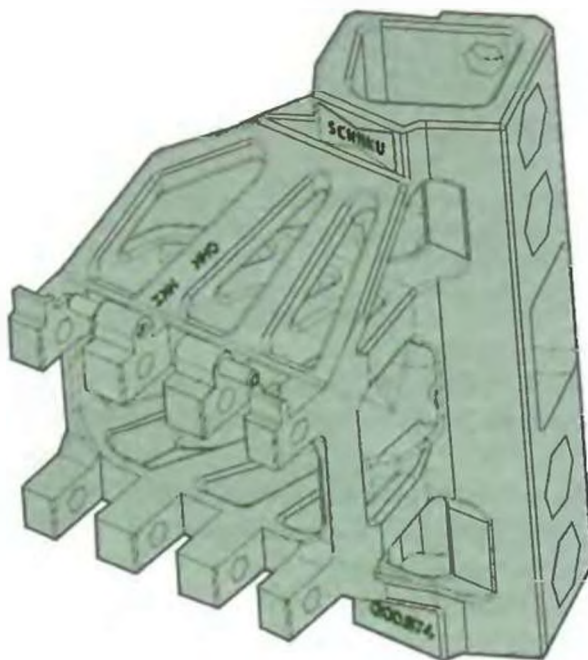
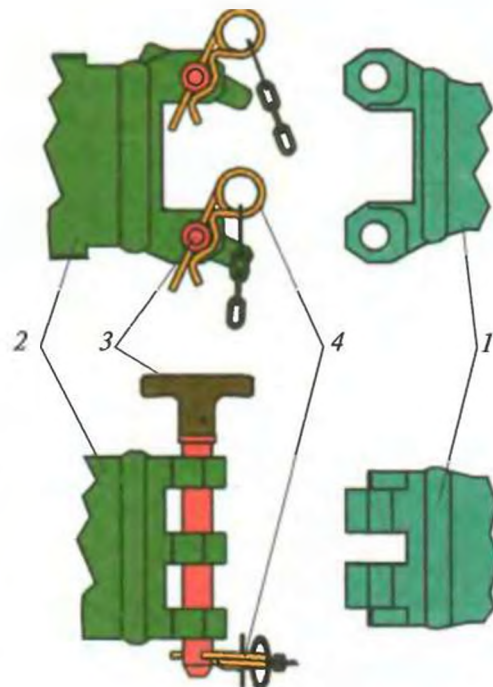


Рис. 2.89. Переходная сцепка (адаптер) автосцепки СА-3

Перед установкой переходной сцепки автосцепки СА-3 на переходные устройства электропоезда необходимо смазать поверхности прилегания тягово-сцепных устройств всех участвующих в работе переходных устройств или соединительных муфт пластичной смазкой «ISOFLEX TOPAS NCA 52». Для осуществления установки следует:

Рис. 2.90. Установка переходной сцепки (адаптера) автосцепки СА-3 (внешний вид фиксирующих пальцев может изменяться):

1 — переходная сцепка автосцепки СА-3; 2 — переходное устройство, установленное на электропоезде; 3 — фиксирующие пальцы; 4 — упругие фиксаторы



- поместить шарниры тягово-сцепного устройства переходной сцепки автосцепки СА-3 на кронштейны тягово-сцепного устройства размещенного на электропоезде переходного устройства, расположив шарниры по прямой линии;

- вставить фиксирующие пальцы и закрепить их при помощи упругих фиксаторов;

- убедиться в надежности соединения всех переходных элементов (рис. 2.90).

Для прицепки вспомогательного (маневрового) локомотива к переходной сцепке автосцепки СА-3 требуется:

- отцентрировать сцепки вручную (при необходимости);

- остановить локомотив на расстоянии 1 м до сцепа;

- со скоростью не более 0,6 км/ч произвести сцепку локомотива с переходными устройствами электропоезда;

- установить соединительные рукава тормозной и питательной магистралей, соединить их с соответствующими рукавами локомотива и открыть разобщительные краны (при необходимости);

- установить дистанционную штангу с шайбами (для ограничения вертикальных перемещений автосцепок) и зафиксировать их шплинтами (рис. 2.91).

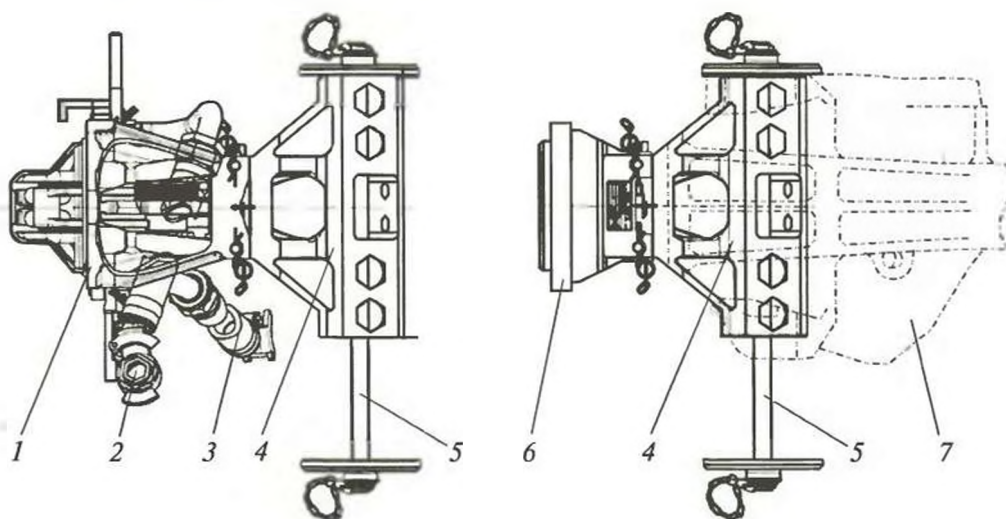


Рис. 2.91. Переходные устройства в сборе:

1 — переходная сцепка (адаптер) автоматической сцепки типа «Scharfenberg»; 2 — соединительный рукав тормозной магистрали; 3 — соединительный рукав питательной магистрали; 4 — переходная сцепка (адаптер) автосцепки СА-3; 5 — дистанционная тяга с шайбами; 6 — соединительная муфта межвагонной сцепки; 7 — автосцепка СА-3

Для демонтажа переходной сцепки автосцепки СА-3 необходимо остановить поезд и затормозить его, перекрыть разобщительные краны на тормозной и питательной магистралях и расцепить соединительные рукава (если до этого они были соединены и открыты). Затем следует расцепить автосцепки локомотива штатным порядком при помощи рычага расцепного привода и осадить локомотив на безопасное расстояние. После этого нужно освободить фиксирующие пальцы переходной сцепки от упругих фиксаторов и вынуть их из кронштейнов тягово-сцепных устройств, приподняв, вывести шарниры тягово-сцепного устройства из зацепления и снять переходную сцепку.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ТРАНСФОРМАТОРЫ

3.1. Главный трансформатор

Главный трансформатор предназначен для понижения напряжения контактной сети переменного тока 25 кВ 50 Гц до уровня, приемлемого для использования на электропоезде. Главный трансформатор установлен в подвагонном пространстве вагонов С и Е в специальном контейнере (рис. 3.1).

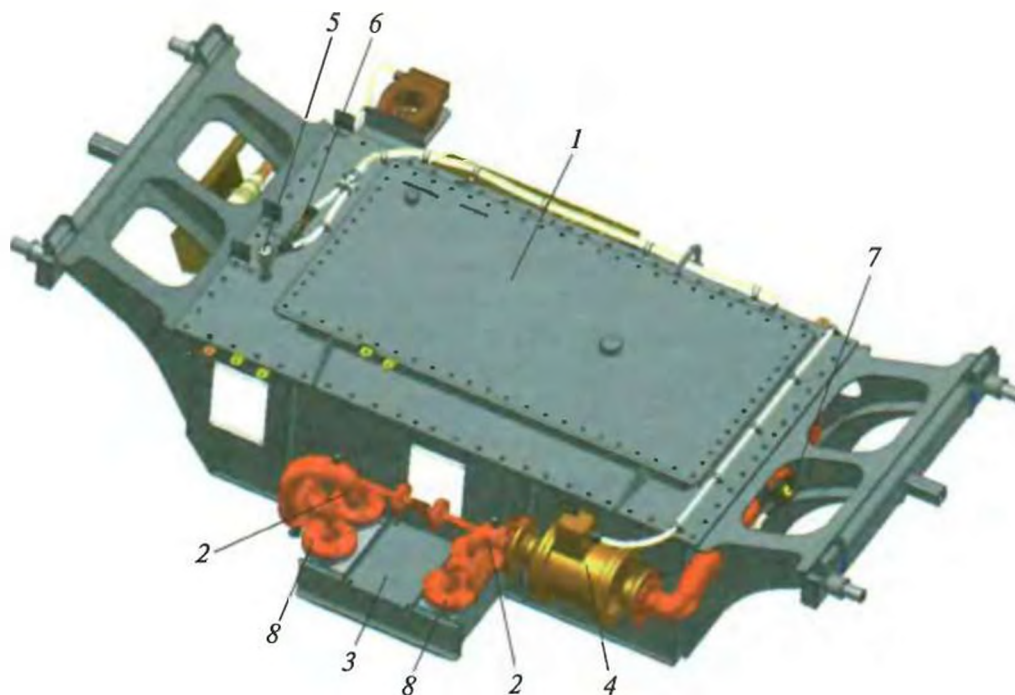


Рис. 3.1. Внешний вид контейнера главного трансформатора:

1 — контейнер главного трансформатора; 2 — фланцевые заслонки подключения первого контура охлаждения; 3 — теплообменник; 4 — насос охлаждающей жидкости; 5 — термодатчик; 6 — поплавковый выключатель; 7 — реле расхода; 8 — фланцевые заслонки подключения первого контура охлаждения

Активная часть трансформатора состоит из одной первичной и трех вторичных обмоток цилиндрического типа, изготовленных из изолированного медного провода. Обмотки смонтированы на стальном магнитопроводе стержневого типа. Магнитопровод выполнен шихтованным из холоднокатаной листовой трансформаторной стали с ориентированной зернистой структурой.

Кожух главного трансформатора представляет собой герметичную сварную конструкцию из стального листа, которая обеспечивает необходимую прочность для противодействия ускорениям, возникающим в процессе эксплуатации электропоезда, а также возможным ударами о предметы, поднимаемые при движении электропоезда с полотна железной дороги, в том числе от щебня и льда.

Главный трансформатор охлаждается минеральным маслом. Масло прокачивается по замкнутому контуру через главный трансформатор, дроссель сетевого фильтра и тепло-

обменник. Фильтрация масла в этой системе не требуется. В теплообменнике охлаждающая жидкость первого контура (минеральное масло) отдает избыточное тепло охлаждающей жидкости второго контура охлаждения (смесь воды и антифриза), которая принудительно циркулирует через теплообменник. Второй контур охлаждения главного трансформатора включает насос циркуляции охлаждающей жидкости, радиатор и трубопроводы. В радиаторе происходит отдача избыточного тепла жидкостью охлаждения второго контура в атмосферу. Для усиления теплообмена через радиатор продувается воздух посредством центробежного вентилятора. Установка охлаждения главного трансформатора расположена на крыше вагонов С и Е и совмещена с установкой охлаждения преобразователя собственных нужд.

Для предотвращения возникновения опасных режимов работы главного трансформатора предусмотрена система защиты, которая осуществляет:

- контроль короткого замыкания вторичной цепи при помощи дифференциальной защиты;
- контроль давления масла в контуре охлаждения;
- контроль температуры масла в контуре охлаждения.

Ниже приведены характеристики главного трансформатора.

Технические характеристики главного трансформатора

Общие данные

Тип.....	EWAT 6245
Температура окружающей среды, °С	–40...+40
Габаритные размеры с сетевым фильтром (Д×Ш×В), мм	3200×1900×770
Масса с сетевым фильтром, т.....	3,8
Подвеска трансформатора.....	эластичная на опорной станине
Количество первичных обмоток.....	1
Количество вторичных обмоток, в том числе:	3
тяговых	2
отопления	1
Относительное напряжение короткого замыкания, %	24
Индуктивность рассеивания, мГн	3,2
Тип охлаждения	ODWF [O — тип охлаждающей жидкости первого контура — ингибированное минеральное масло (oil); D — принудительное направленное движение охлаждающей жидкости в обмотку (direct); W — охлаждающая жидкость второго контура (water); F — принудительное движение охлаждающей жидкости (forced)]

Технические данные первичной обмотки

Номинальная мощность, МВА.....	1,55
Номинальное напряжение, кВ	25
Номинальный ток, А.....	62

Технические данные тяговой обмотки

Номинальная мощность, МВА.....	0,76
Номинальное напряжение, В	1670
Номинальный ток, А.....	456

Технические данные обмотки отопления

Номинальная мощность, кВА.....	100
Номинальное напряжение, кВ	3
Номинальный ток, А.....	66,7

Циркуляцию в системе охлаждения главного трансформатора изолирующей и охлаждающей жидкости обеспечивает насос 4 (см. рис. 3.1). Функция изолирующей и охлаждающей жидкости состоит в том, чтобы изолировать находящиеся под напряжением элементы обмоток и соединительные провода друг от друга и от земли, пропитывать изо-

ляцию для повышения ее диэлектрической прочности и препятствовать возникновению пробоев между находящимися под напряжением элементами, гасить возможные электрические дуги при возникновении пробоев, а также отводить в окружающую среду тепло, выделяемое в обмотках главного трансформатора и дросселе фильтра.

Для компенсации изменения объема изолирующей и охлаждающей жидкости при колебаниях ее температуры служит расширительный резервуар, расположенный в верхней части контейнера главного трансформатора. Уровень жидкости в расширительном резервуаре может быть проверен с помощью щупа, который вводится в заливную горловину расширительного бака. Компенсация объема воздуха в расширительном резервуаре при уменьшении объема охлаждающей и изолирующей жидкости производится из атмосферы через осушитель воздуха, который исключает попадание в изолирующую и охлаждающую жидкость воды из атмосферного воздуха.

Для контроля температуры изолирующей и охлаждающей жидкости используется термодатчик 5 (см. рис. 3.1), установленный в расширительном баке. В зависимости от степени превышения температуры изолирующей и охлаждающей жидкости над допустимым значением на пульт машиниста выдается соответствующее сообщение или выполняется отключение главного трансформатора.

Поплавковый выключатель 6 (см. рис. 3.1) контролирует уровень изолирующей и охлаждающей жидкости в расширительном баке. При срабатывании первого контакта выключателя на пульт машиниста выдается соответствующее сообщение — предупреждение, при срабатывании второго контакта выключателя выполняется отключение трансформатора.

Для контроля давления внутри контейнера главного трансформатора предусмотрен предохранительный клапан. При возникновении электрического дугового разряда внутри контейнера главного трансформатора (например, при пробое изоляции) происходит выделение газов, что вызывает резкое повышение давления в контейнере. Благодаря предохранительному клапану образовавшиеся газы отводятся в атмосферу и давление внутри контейнера стабилизируется. После сброса избыточного давления предохранительный клапан закрывается, обеспечивая герметичность контейнера.

Для контроля протекания изолирующей и охлаждающей жидкости через трансформатор предназначено реле расхода 7 (см. рис. 3.1).

3.2. Дроссель сетевого фильтра

Для ограничения электромагнитного воздействия электрооборудования поезда на контактную сеть, выполнения требований по допустимым токам помех, а также по входному импедансу поезда в режиме его эксплуатации на постоянном токе служит сетевой LC-фильтр.

Дроссель сетевого фильтра (рис. 3.2) представляет собой катушку индуктивности с ферромагнитным сердечником, магнитно изолированным от других компо-

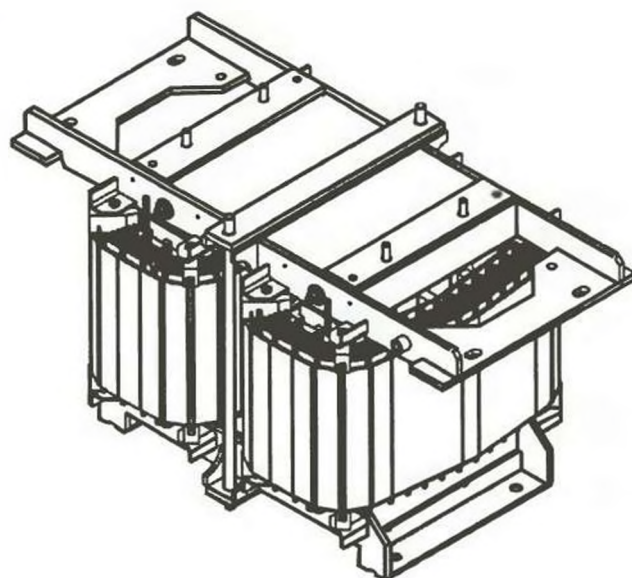


Рис. 3.2. Внешний вид дросселя фильтра

нентов силовой цепи. Дроссель сетевого фильтра расположен в баке главного трансформатора и охлаждается минеральным маслом совместно с главным трансформатором.

Основные технические характеристики дросселя фильтра представлены ниже.

Технические характеристики дросселя сетевого фильтра

Индуктивность, мГн.....	22 ⁻⁰ / ₊₂₀ %
Сопротивление обмотки при 115 °С, мОм.....	140+10 %
Номинальный ток, А.....	441
Максимальный ток, А.....	569
Номинальное напряжение сети, кВ.....	3
Рабочий диапазон напряжения сети, кВ.....	2,1—4,005
Напряжение отключения, кВ.....	4,1
Максимальное напряжение между обмоткой и землей в течение 5 мс, кВ.....	10
Максимальный кратковременный ток при коротком замыкании, кА.....	7,5
Испытательное напряжение между обмоткой и землей, кВ.....	11,6
Максимальное импульсное напряжение между началом и концом обмотки, кВ.....	50
Сечение провода обмотки, мм ²	34,99
Тип обмотки.....	многослойная
Количество слоев обмотки.....	8
Сечение сердечника, см ²	333
Количество пластин в сердечнике.....	10
Количество воздушных зазоров.....	11
Количество каналов охлаждения.....	8
Масса, кг.....	690

3.3. Тяговый электродвигатель

Электропоезд «Ласточка» оборудован асинхронными трехфазными самовентилируемыми тяговыми электродвигателями с короткозамкнутой обмоткой ротора типа 1ТВ2216. Тяговыми двигателями оснащены все оси вагонов А и В. Внешний вид тягового электродвигателя приведен на рис. 3.3.



Рис. 3.3. Внешний вид тягового электродвигателя:

1 — клеммная коробка; 2 — воздухозаборник системы вентиляции; 3 — выпускное отверстие системы вентиляции

На рис. 3.4 представлен разрез тягового электродвигателя.

Ниже приведены основные технические характеристики тягового электродвигателя.

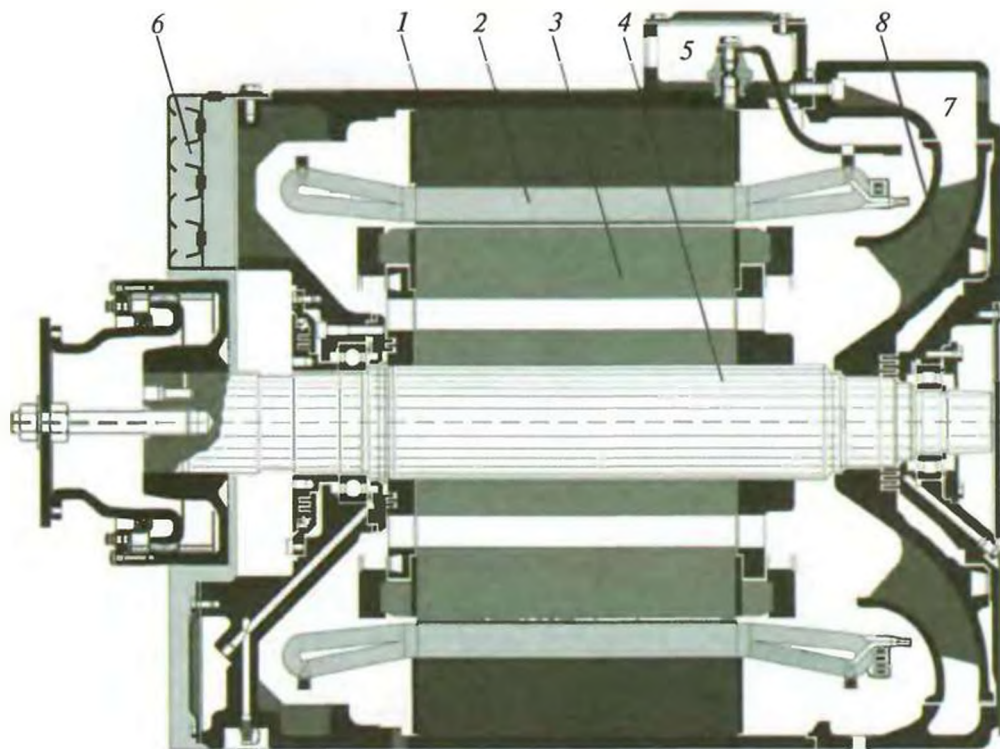


Рис. 3.4. Разрез тягового электродвигателя:

1 — статор; 2 — обмотка статора; 3 — ротор; 4 — вал ротора; 5 — клеммная коробка; 6 — воздухо-заборник системы вентиляции; 7 — выпускное отверстие системы вентиляции; 8 — крыльчатка вен-тилятора

Технические характеристики тягового электродвигателя

Тип.....	трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором
Заводское обозначение.....	1ТВ2216
Тип охлаждения.....	самовентиляция
Число пар полюсов.....	3
Расчетное напряжение питания, В.....	2521
Расчетная частота питающего напряжения, Гц.....	111
Расчетная мощность электродвигателя, кВт.....	320
Расчетный ток электродвигателя, А.....	100
Расчетная частота вращения ротора, об/мин.....	2200
Расчетный cos φ.....	0.91
Максимальное рабочее напряжение, В.....	3119
Максимальный рабочий ток, А.....	207
Максимальная частота вращения ротора, об/мин.....	4901
Максимальный крутящий момент на валу ротора, Нм.....	3117
Расчетное изоляционное напряжение обмотки статора, В.....	3300
Класс изоляции обмотки статора.....	200
Схема соединения обмотки статора.....	Y
Диаметр ротора, мм.....	346.4
Диаметр расточки статора, мм.....	350
Воздушный зазор, мм.....	1,8
Длина листового пакета статора, мм.....	250
Масса двигателя в сборе с муфтой и упорным подшипником, кг.....	836
Масса ротора в сборе (без подшипников), кг.....	242
Масса статора в сборе, кг.....	470
Масса тяговой муфты, кг.....	36
Тип подшипника со стороны тяговой муфты.....	шариковый радиальный
Тип подшипника со стороны крыльчатки вентилятора.....	роликовый цилиндрический

3.4. Насос охлаждающей жидкости первого контура охлаждения главного трансформатора

Насос охлаждающей жидкости предназначен для прокачки охлаждающей жидкости через контейнер главного трансформатора. Устройство насоса приведено на рис. 3.5, его основные характеристики — ниже.

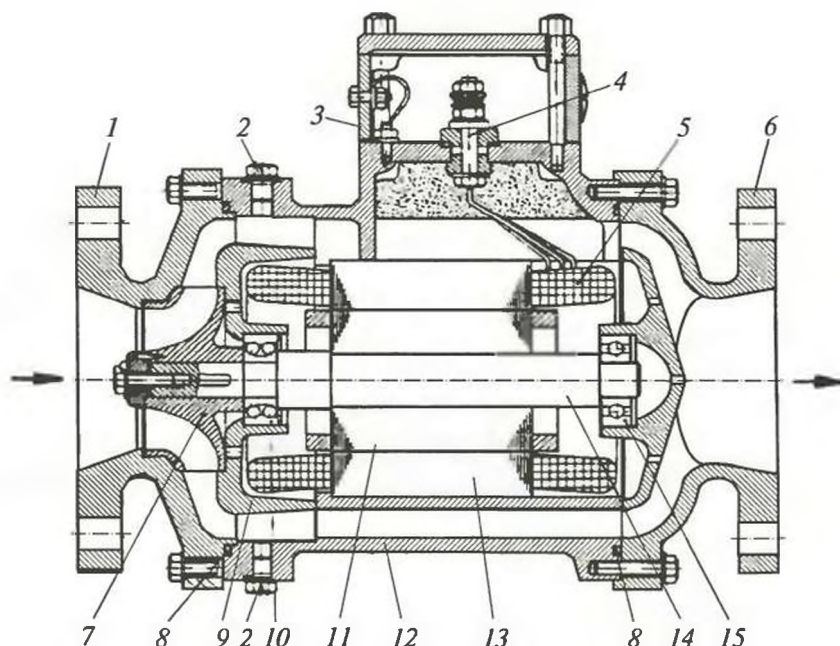


Рис. 3.5. Разрез насоса охлаждающей жидкости первого контура охлаждения главного трансформатора: 1 — входной патрубок; 2 — пробка для удаления воздуха из гидросистемы; 3 — клеммная коробка; 4 — клеммы; 5 — обмотка статора; 6 — выходной патрубок; 7 — крыльчатка; 8 — уплотнительное кольцо; 9 — подшипниковый щит; 10, 15 — подшипники; 11 — ротор; 12 — корпус электродвигателя; 13 — статор; 14 — вал ротора

Технические характеристики насоса охлаждающей жидкости

Тип.....	B2V/148G/80
Масса, кг.....	36
Система питания	трехфазный переменный ток
Номинальное напряжение питания, В	380
Номинальная частота питающего напряжения, Гц	50
Номинальная частота вращения, об/мин	2900
Производительность при температуре охлаждающей жидкости +70 °С, м ³ /ч	50

3.5. Электродвигатели блока охлаждения главного трансформатора и преобразователя собственных нужд

Блок охлаждения главного трансформатора и преобразователя собственных нужд (ПСН) служит для отвода избыточного тепла, выделяемого при работе главного трансформатора и ПСН, в атмосферу. Блок устанавливается на крыше вагонов С и Е (рис. 3.6).

Блок охлаждения имеет два отдельных контура принудительной циркуляции охлаждающей жидкости: один для главного трансформатора, другой — для ПСН (рис. 3.7). В каждом контуре циркуляции имеется свой радиатор (рис. 3.8). Циркуляцию охлаждающей жидкости обеспечивают два насоса. Для усиления теплоотдачи через радиаторы продувается воздух посредством центробежного вентилятора.

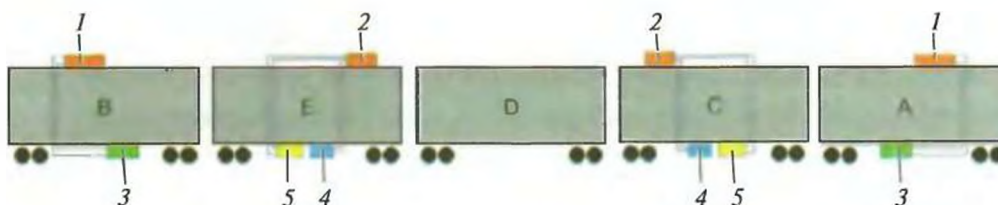


Рис. 3.6. Расположение блоков охлаждения на электропоезде:

1 — блок охлаждения тягового преобразователя; 2 — блок охлаждения главного трансформатора и ПСН; 3 — контейнер тягового преобразователя; 4 — главный трансформатор; 5 — ПСН

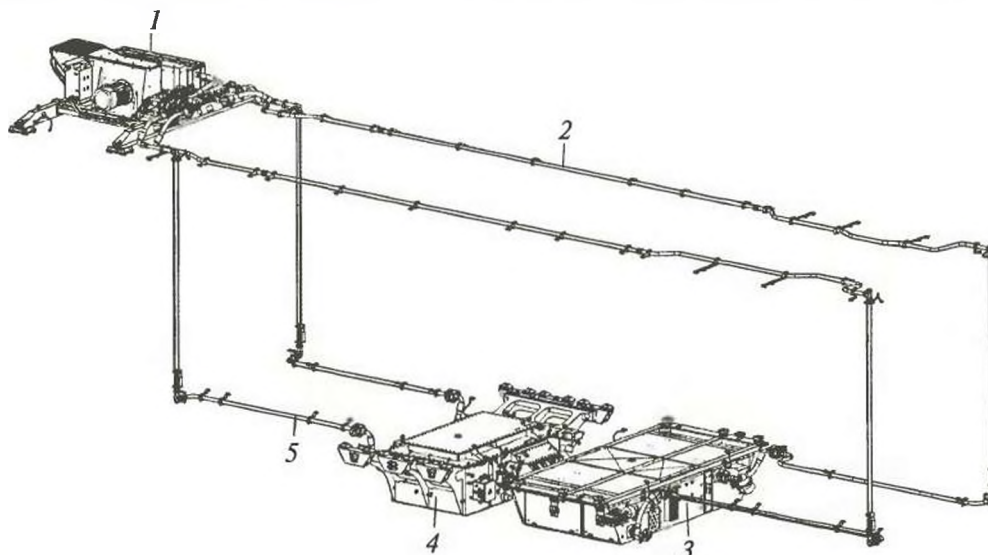


Рис. 3.7. Схема циркуляции охлаждающей жидкости блока охлаждения главного трансформатора и ПСН: 1 — блок охлаждения главного трансформатора и ПСН; 2 — контур циркуляции охлаждающей жидкости ПСН; 3 — контейнер ПСН; 4 — контейнер главного трансформатора; 5 — контур циркуляции охлаждающей жидкости главного трансформатора

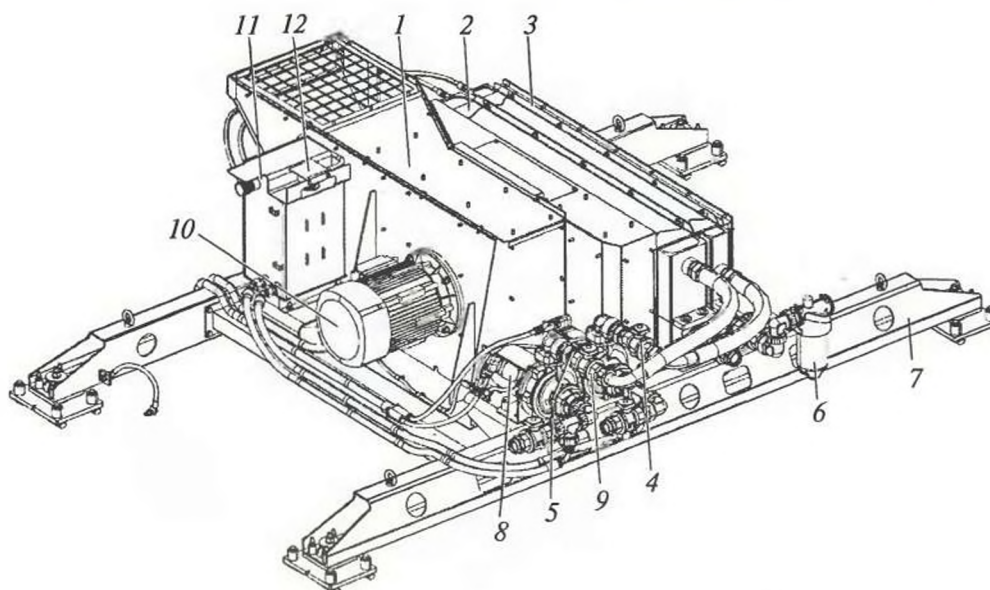


Рис. 3.8. Внешний вид блока охлаждения главного трансформатора и ПСН:

1 — центробежный вентилятор; 2 — радиатор охлаждения главного трансформатора; 3 — радиатор охлаждения ПСН; 4 — разобшительный шаровый кран контура охлаждения ПСН; 5 — разобшительный шаровый кран контура охлаждения главного трансформатора; 6 — фильтр охлаждающей жидкости; 7 — балка крепления блока охлаждения; 8 — насос контура охлаждения ПСН; 9 — насос контура охлаждения главного трансформатора; 10 — электродвигатель вентилятора; 11 — расширительный бак охлаждающей жидкости; 12 — поплавковый выключатель

Ниже приведены общие технические характеристики блока охлаждения главного трансформатора и ПСН и тепловые характеристики контуров охлаждения.

Технические характеристики блока охлаждения главного трансформатора

Габаритные размеры, мм 2872×722×2156
 Вес без охлаждающей жидкости, кг 455
 Вес с охлаждающей жидкостью, кг 508

Тепловые характеристики контуров охлаждения

Параметр	Значение	
	Контур главного трансформатора	Контур ПСН
Отводимая тепловая мощность, кВт	120	18
Резерв поверхности, %	10	
Максимально допустимая температура, °C	+80	+55
Максимально возможная температура на входе, °C	+95,6	+60,1
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	132	60
Охлаждающая жидкость	Antifrogen/вода	
Соотношение компонентов охлаждающей жидкости, объемные %	60/40	
Расход охлаждающего воздуха при частоте вращения двигателя вентилятора, кг/с:		
2900 об/мин	3,3	
1450 об/мин	1,7	

Внешний вид насосов охлаждающей жидкости представлен на рис. 3.9, а характеристики их электродвигателей насосов приведены ниже.



Рис. 3.9. Внешний вид насосов охлаждающей жидкости

Технические характеристики электродвигателей насосов охлаждающей жидкости

Параметр	Значение	
	Электродвигатель насоса контура главного трансформатора	Электродвигатель насоса контура ПСН
Система питания	трехфазный переменный ток	
Номинальная частота питающей сети, Гц	50	
Номинальное напряжение питания, В	400±10 %	
Расчетный потребляемый ток, А	4,8	3,8
Расчетная мощность на валу, кВт	2	1,7
Полная мощность, кВА	3,3	2,7
Активная мощность, кВт	1,9	1,5
Реактивная мощность, кВар	2,7	2,2
cos φ	0,82	

Внешний вид электродвигателя вентилятора показан на рис. 3.10, его характеристики приведены ниже.



Рис. 3.10. Внешний вид электродвигателя вентилятора

Технические характеристики электродвигателя вентилятора

Параметр	Значение	
	Максимально возмож- ный рабочий режим	Номинальный режим
Высокая частота вращения		
Частота вращения, об/мин	2900	
Мощность на валу электродвигателя, кВт	6,35	8,2
Полная мощность, кВА	9,49	12,36
Активная мощность, кВт	8,36	10,79
Реактивная мощность, кВар	4,51	5,82
КПД, %	76	
Низкая частота вращения		
Частота вращения, об/мин	1450	
Мощность на валу электродвигателя, кВт	1,3	2,2
Полная мощность, кВА	1,82	3,08
Активная мощность, кВт	1,59	2,88
Реактивная мощность, кВар	0,9	1,52
КПД, %	82	

Для регулирования частоты вращения электродвигателя вентилятора применяется схема Далендера (переключение обмоток статора Δ/YY). На рис. 3.11 приведены принципиальные схемы подключения обмоток статора электродвигателя на низкую (рис. 3.11, а) и высокую (рис. 3.11, б) частоту вращения.

Для работы электродвигателя на низкой частоте вращения замыкается контактор К2. Обмотки статора включаются по схеме «треугольник». При этом $2p = 4$. Для работы электродвигателя на высокой частоте вращения замыкаются контакторы К1 и К3. Обмотки статора включаются по схеме «двойная звезда». При этом $2p = 2$.

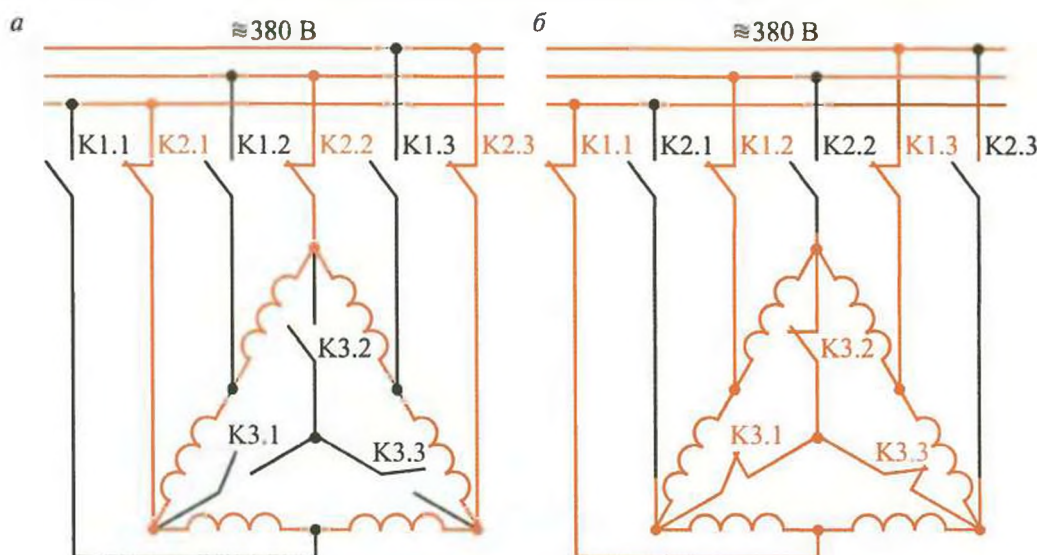


Рис. 3.11. Принципиальные схемы подключения обмоток статора электродвигателя вентилятора: а — на низкую частоту вращения; б — на высокую частоту вращения

3.6. Электродвигатели блока охлаждения тягового преобразователя

Блок охлаждения главного тягового преобразователя (ТП) предназначен для отвода избыточного тепла, выделяемого при работе тягового преобразователя, в атмосферу. Блок устанавливается на крыше вагонов А и В (см. рис. 3.6). Устройство блока охлаждения тягового преобразователя аналогично устройству блока охлаждения ПСН. Имеется контур, по которому циркулирует смесь воды и антифриза, радиатор, насос, вентилятор (рис. 3.12).

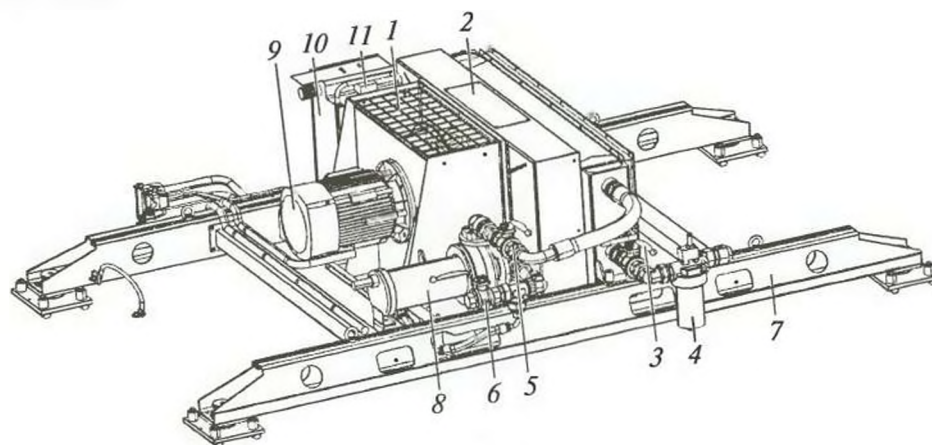


Рис. 3.12. Внешний вид блока охлаждения тягового преобразователя:

1 — центробежный вентилятор; 2 — радиатор; 3, 5, 6 — разобщительные шаровые краны; 4 — фильтр охлаждающей жидкости; 7 — балка крепления блока охлаждения; 8 — насос охлаждающей жидкости; 9 — электродвигатель вентилятора; 10 — расширительный бак охлаждающей жидкости; 11 — поплавковый выключатель

В блоке охлаждения тягового преобразователя используются электродвигатели, аналогичные по конструкции электродвигателям блока охлаждения главного трансформатора и ПСН. Ниже приведены общие технические характеристики блока охлаждения тягового преобразователя, тепловые характеристики контура охлаждения, характеристики электродвигателя насоса охлаждающей жидкости, характеристики электродвигателя вентилятора.

Технические характеристики блока охлаждения тягового преобразователя

Габаритные размеры, мм	2872×722×2087
Вес без охлаждающей жидкости, кг	392
Вес с охлаждающей жидкостью, кг	405

Тепловые характеристики контура охлаждения

Отводимая тепловая мощность, кВт	58
Резерв поверхности, %	392
Максимально допустимая температура, °С	+55
Максимально возможная температура на входе, °С	+62,7
Расход охлаждающей жидкости, л/мин	130
Охлаждающая жидкость	Antifrogen/вода
Соотношение компонентов охлаждающей жидкости, объемные %	60/40
Расход охлаждающего воздуха при частоте вращения двигателя вентилятора, кг/с	
2900 об/мин	3,88
1450 об/мин	2,01

Технические характеристики электродвигателя насоса охлаждающей жидкости

Система питания	трехфазный переменный ток
Номинальная частота питающей сети, Гц	50
Номинальное напряжение питания, В	400±10 %
Расчетный потребляемый ток, А	7,4
Расчетная мощность на валу, кВт	3,1
Полная мощность, кВА	5,127
Активная мощность, кВт	2,922
Реактивная мощность, кВар	4,204
cos φ	0.82

Технические характеристики электродвигателя вентилятора

Параметр	Значение	
	Максимально возмож- ный рабочий режим	Номинальный режим
Высокая частота вращения		
Частота вращения, об/мин	2900	
Мощность на валу электродвигателя, кВт	6,5	8,2
Полная мощность, кВА	9,72	12,26
Активная мощность, кВт	8,55	10,79
Реактивная мощность, кВар	4,62	5,82
КПД, %	76	
Низкая частота вращения		
Частота вращения, об/мин	1450	
Мощность на валу электродвигателя, кВт	1,25	2,2
Полная мощность, кВА	1,75	3,08
Активная мощность, кВт	1,52	2,68
Реактивная мощность, кВар	0,86	1,52
КПД, %	82	

3.7. Электродвигатель главного компрессора

Главный компрессор предназначен для снабжения электропоезда сжатым воздухом. Электропоезд «Ласточка» оборудован двумя главными компрессорами, которые располагаются в подвагонном пространстве вагона D. Ниже приведены основные технические характеристики электродвигателя главного компрессора.

Технические характеристики электродвигателя главного компрессора

Тип.....	VV120-T
Масса, кг	242
Система питания	трехфазный переменный ток
Номинальная частота питающей сети, Гц.....	50
Номинальное напряжение питания, В	380
Номинальная частота вращения, об/мин	1445
Номинальная производительность при противодавлении 1 МПа, л/мин	676

3.8. Электродвигатель вспомогательного компрессора

Вспомогательный компрессор служит для заполнения сжатым воздухом напорного цилиндра токоприемника при отсутствии напряжения в бортовой сети 380 В, расположен на модуле токоприемника. Основные технические характеристики электродвигателя вспомогательного компрессора приведены ниже.

Технические характеристики электродвигателя вспомогательного компрессора

Тип.....	V10-T
Масса, кг	31
Система питания	постоянный ток
Номинальное напряжение питания, В	110
Тип электродвигателя.....	коллекторный с постоянными магнитами
Режим работы электродвигателя	S3 (50 %)
Класс изоляции обмоток электродвигателя	F
Исполнение электродвигателя.....	V3 специальное
Класс защиты электродвигателя.....	IP 65
Допустимое число пусков электродвигателя в час	30

3.9. Электродвигатель приточного вентилятора климатической установки

Приточный вентилятор климатической установки предназначен для принудительного прогона рециркуляционного и атмосферного воздуха через фильтр климатической установки. Основные технические характеристики электродвигателя приточного вентилятора приведены ниже.

Технические характеристики электродвигателя приточного вентилятора

Тип.....	радиальный
Система питания	постоянный ток
Номинальное напряжение питания, В	110
Частота вращения	регулируемая

3.10. Электродвигатель вытяжного вентилятора климатической установки

Вытяжной вентилятор климатической установки служит для принудительного вывода отработанного воздуха из климатической установки в атмосферу. Основные технические характеристики электродвигателя вытяжного вентилятора приведены ниже.

Технические характеристики электродвигателя вытяжного вентилятора

Типрадиальный
Система питания переменный трехфазный ток
Номинальное напряжение питания, В 380
Номинальная частота питающего напряжения, Гц 50
Номинальная мощность электродвигателя, кВА..... 0,87
Номинальный ток электродвигателя, А..... 1,3
Частота вращения регулируемая

4. СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

4.1. Крышное высоковольтное оборудование

Идентичные комплекты крышного высоковольтного оборудования электропоезда ЭС1 расположены на вагонах С и Е. Упрощенная схема высоковольтных цепей моторного вагона с высоковольтным оборудованием (С или Е) и моторного вагона (А или В) приведена на рис. 4.1. Рассмотрим работу данной схемы.

Напряжение из контактной сети на каждой половине электропоезда поступает через токоприемник (SA) к переключателю рода тока (SU). Каждый из токоприемников электропоезда подключен к системе датчиков, которая состоит из последовательно соединенных датчиков сетевого напряжения (OSpW) и определителя рода тока (SE). Считанные сигналы обрабатываются в блоке управления приводом. Задача системы определения рода тока — установить, каково напряжение в контактной сети ($=3$ кВ или ~ 25 кВ), если в настоящий момент оно неизвестно.

В режиме эксплуатации на постоянном токе нож переключателя рода тока (SU) находится в левом положении (см. рис. 4.1), и ток движется через быстродействующий выключатель (DC-НС), датчик постоянного тока (DC-Spw(E)) и дроссель сетевого фильтра (LF) к контейнеру тяговых преобразователей. Разрядник для защиты от перенапряжений постоянного тока (DC-USpA) рассчитан на работу при напряжении в контактной сети 3 кВ и расположен позади переключателя рода тока (SU). Датчик напряжения постоянного тока (DC-Spw) регистрирует напряжение в контактной сети.

В режиме эксплуатации на переменном токе нож переключателя рода тока (SU) переводится в правое положение, и напряжение 25 кВ поступает через главный выключатель переменного тока (AC-НС) к первичной обмотке тягового трансформатора (TR). Если контакты разъединителя крышной проводки переменного тока (DLTR) замкнуты, то через один главный выключатель получают питание первичные обмотки двух тяговых трансформаторов, находящихся на поезде. Крышная проводка может быть разомкнута разъединителем (DLTR). В штатном режиме при эксплуатации на переменном токе поднят только один токоприемник, а разъединитель крышной проводки переменного тока замкнут. Непосредственно после токоприемника (SA) установлен разрядник переменного напряжения 25 кВ (AC-USpA). Ближе к первичной обмотке тягового трансформатора подключен второй разрядник (T-USpA), также рассчитанный для защиты от перенапряжений в цепях 25 кВ, для отвода коммутационных перенапряжений. Для контроля величины потребляемого переменного тока всем электропоездом на выходе главного выключателя (AC-НС) имеется датчик переменного тока (AC-Spw(E)). Для контроля тока первичной обмотки тягового трансформатора установлены два датчика тока с обеих концов обмотки (T-OSW и T-USW). Путем сравнения сигналов, полученных с этих датчиков, осуществляется дифференциальная защита тягового трансформатора.

Общий вид крышного оборудования вагона С или Е приведен на рис. 4.2.

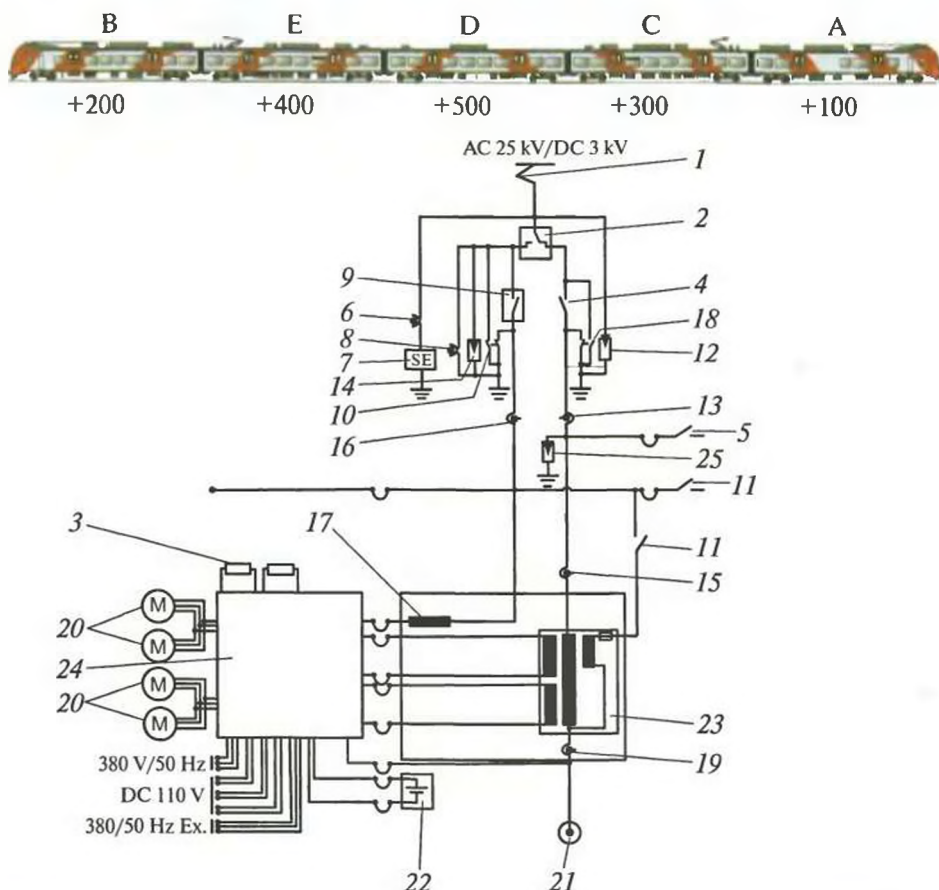


Рис. 4.1. Упрощенная схема высоковольтных цепей (в скобках приведены заводские обозначения): 1 — токоприемник (для любого рода тока) (SA); 2 — переключатель рода тока (SU); 3 — тормозной резистор (RB); 4 — главный выключатель переменного тока (AC-HC); 5 — разъединитель крышевой проводки переменного тока (DLTR); 6 — датчик сетевого напряжения (OSpW); 7 — определитель системы напряжения (SE); 8 — датчик напряжения 3 кВ (DC-SpW); 9 — быстродействующий выключатель (DC-HC); 10 — заземлитель постоянного тока (DC-ES); 11 — разъединитель шины уравнивающего постоянного тока (DC-HAST); 12 — разрядник переменного напряжения 25 кВ (AC-USpA); 13 — датчик переменного тока (AC-Spw(E)); 14 — разрядник постоянного напряжения 3 кВ (DC-USpA); 15 — датчик тока первичной обмотки тягового трансформатора (T-OSW); 16 — датчик постоянного тока (DC-Spw(E)); 17 — дроссель сетевого фильтра (LF); 18 — контакты заземляющего разъединителя главного выключателя (AC-ES); 19 — датчик тока первичной обмотки тягового трансформатора (со стороны ЗУ) (T-USW); 20 — тяговый двигатель (M); 21 — заземляющее устройство (ЗУ) (ЕК); 22 — аккумуляторная батарея (BAT); 23 — тяговый трансформатор (TR); 24 — импульсный инвертор (PWR), четырехквадрантный преобразователь (4QS), преобразователь собственных нужд (HBU), зарядное устройство аккумуляторных батарей (BLG); 25 — разрядник для защиты трансформатора (T-USpA)

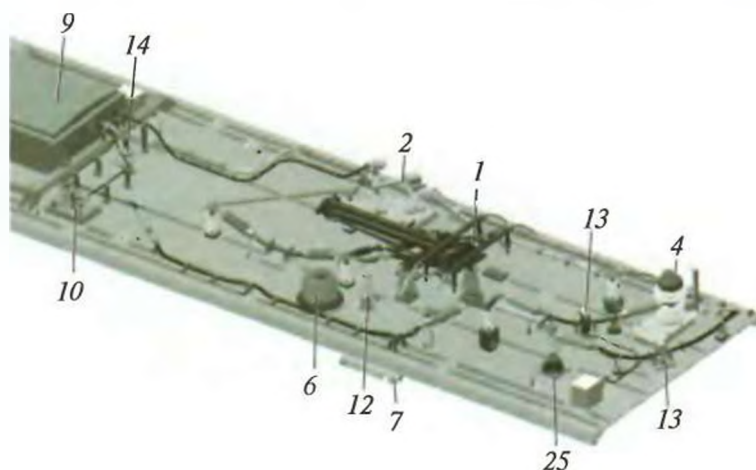


Рис. 4.2. Общий вид крышевого оборудования несмотрного вагона с высоковольтным оборудованием (С или Е) (расшифровка позиций — см. рис. 4.1)

4.2. Токоприемник (SA)

На электропоезде ЭС1 установлен токоприемник типа AX-NG 032. Общий вид токоприемника показан на рис. 4.3.

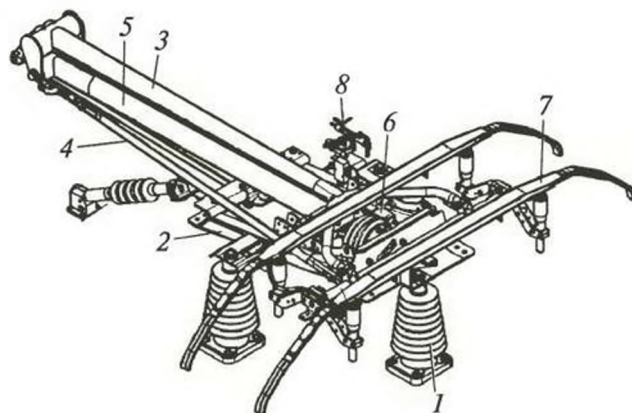


Рис. 4.3. Токоприемник AX-NG 032:

1 — опорный изолятор; 2 — рама основания; 3 — верхний рычаг; 4 — параллельная направляющая штанга; 5 — нижний рычаг; 6 — привод; 7 — полз с контактными вставками; 8 — клапан быстрого опускания

Токоприемник имеет ассиметричную конструкцию и предназначен для работы как на постоянном, так и на переменном токе. В основании рамы, закрепленной на полимерных опорных изоляторах, находится пневматический привод сильфона для подъема токоприемника. Опускание токоприемника осуществляется за счет собственного веса после выпуска воздуха из пневматического сильфона. Шарнирно соединенный верхний рычаг несет на себе полз с контактными вставками и рогообразными скосами. Ниже приведены технические данные токоприемника.

Технические характеристики токоприемника

Максимальное значение длительного тока (в течение 1 мин), А	1500
Потребляемый ток при 25 кВ переменного тока, А:	
в неподвижном состоянии	60
в движении	500
Потребляемый ток при 3 кВ постоянного тока, А:	
в неподвижном состоянии	100
в движении	1100
Нажатие на контактный провод, Н:	
режим работы на переменном токе	85±5
режим работы на постоянном токе	105±5
Высота срабатывания датчика максимальной высоты подъема над уровнем головки рельса, мм	7000±50
Время опускания (с максимальной рабочей высоты), с	4—6
Время подъема (на максимальную рабочую высоту), с	6—10
Длина полза, мм	2000
Длина контактной вставки, мм	1200
Максимальная скорость токосъема, км/ч	160
Высота опущенного токоприемника (D1 на рис. 4.4), м	0,693
Минимальная рабочая высота (D2 на рис. 4.4), м	0,400
Максимальная рабочая высота (D3 на рис. 4.4), м	2,200
Максимальная высота подъема (D4 на рис. 4.4), м	2,350

Токоприемник оборудован автоматическим механизмом быстрого опускания пневматического действия (система ADD). Он опускает токоприемник при поломках, ударах и превышении максимальной высоты подъема. Для контроля контактных вставок на один

канал в угольных прижимных планках подается сжатый воздух. Если при поломке контактной вставки сжатый воздух утекает из нее, тогда воздух удаляется из привода сильфона токоприемника через клапан быстрого опускания (рис. 4.5).

В нормальном режиме пневматический клапан закрыт. К его открытию приводит выпуск воздуха при повреждении угольной вставки. С помощью разобшительного крана можно вывести из эксплуатации механизм быстрого опускания (например в целях техобслуживания), который подключен к системе управления поездом.

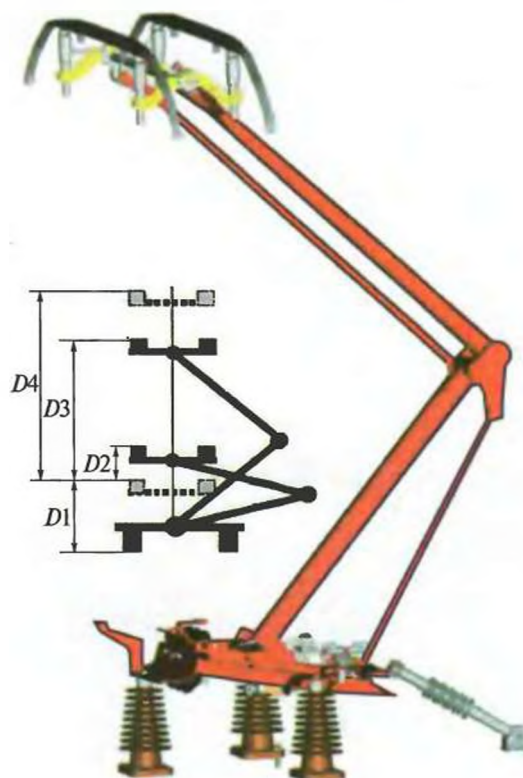


Рис. 4.4. Диапазон высот подъема полоза токоприемника



Рис. 4.5. Клапан быстрого опускания токоприемника

Если на поднятом токоприемнике срабатывает устройство контроля контактных вставок или ограничение высоты, то размыкается петля экстренного торможения, что в свою очередь приводит к размыканию всех главных выключателей по всему составу и быстрому опусканию всех поднятых токоприемников. Предварительное размыкание главных выключателей предотвращает повреждения из-за возникновения электрических дуг. При сбое аппаратного обеспечения системы управления токоприемниками (например, при отключении автоматического защитного выключателя) также отключаются главные выключатели, чтобы предотвратить опускание токоприемников под током. Срабатывание устройства контроля контактной вставки и ударов действует как блокировка, т.е. токоприемник больше не может быть поднят машинистом электропоезда. При срабатывании устройства контроля высоты поднятия, напротив, машинист может с помощью нажатия тумблера «Токоприемник» вновь поднять токоприемник.

Все функции токоприемников реализуются и контролируются соответствующей системой управления клапанами (например, изменение контактного нажатия при смене рода тока). Время подъема, опускания, величина статического контактного нажатия, а также пневматические выключатели автоматического механизма опускания (ADD) регулируются на панели управления пантографами (рис. 4.6), которая снабжается сжатым воздухом из питательной магистрали или от вспомогательного компрессора (вход А).

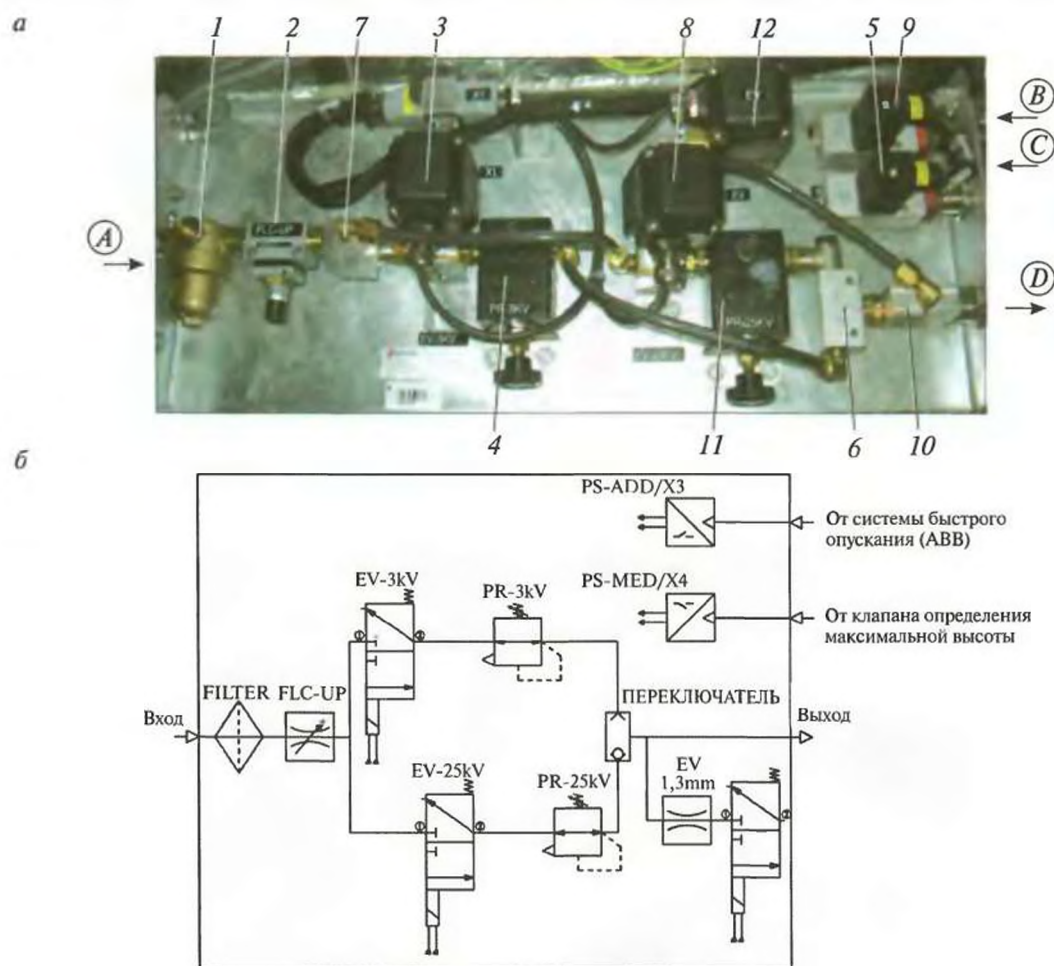


Рис. 4.6. Панель управления токоприемником (а) и ее пневматическая схема (б):

1 — фильтр; 2 — дроссель (FLC-UP); 3 — 3/2-ходовой клапан (EV-3kV); 4 — редукционный клапан (PR-3kV); 5 — пневматический выключатель системы контроля высоты подъема; 6 — двойной обратный клапан; 7 — тройник; 8 — 3/2-ходовой клапан (EV-25kV); 9 — пневматический выключатель системы контроля контактной вставки; 10 — тройник; 11 — редукционный клапан (PR-25kV); 12 — воздушный клапан (EV); А — вход от питательной магистрали; В — вход системы контроля контактной вставки; С — вход системы контроля высоты подъема; D — выход

Как видно из рис. 4.6, питание сильфонного привода осуществляется от своего клапана токоприемника и редукционного клапана для разных систем тока. Кроме того, на панели управления находятся два реле давления. Верхнее (вход *B*) контролирует выход воздуха из системы быстрого опускания (ADD), а нижнее (вход *C*) — от клапана определения максимальной высоты подъема, который показан на рис. 4.7.



Рис. 4.7. Пневматический выключатель максимальной высоты подъема

Пневматическое соединение токоприемника с панелью управления производится с помощью системы подачи воздуха АРІМ (рис. 4.8), которая является также электрическим изолятором между токоприемником и крышей.



Рис. 4.8. Система подачи воздуха АРІМ

С мая 2014 г. электропоезда «Ласточка» начали выпускать в городе Верхняя Пышма (совместное предприятие группы «Синара» и концерна «Сименс»). 30 мая состоялись торжественные мероприятия, посвященные выпуску первого российского скоростного

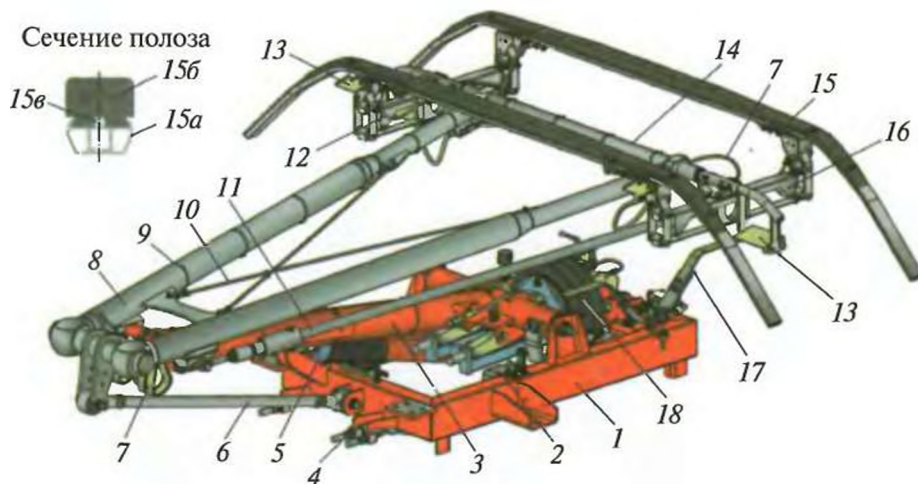


Рис. 4.9. Токоприемник МР-160:

1 — основание; 2 — устройство ограничения высоты подъема; 3 — нижняя подвижная рама; 4 — штуцеры подвода сжатого воздуха; 5 — гидравлический демпфер; 6 — соединительная тяга; 7 — токовые соединения (шунты); 8 — верхняя подвижная рама; 9 — хомуты крепления трубки подвода сжатого воздуха к полозу токоприемника; 10 — диагонали; 11 — направляющая полоза; 12 — трубка подвода сжатого воздуха к полозу; 13 — дефлекторы; 14 — соединительный вал; 15 — полоз; 15а — основание полоза; 15б — графитовая накладка; 15в — воздушный канал накладки; 16 — каретка; 17 — пластинчатая пружинная опора; 18 — пневматический привод

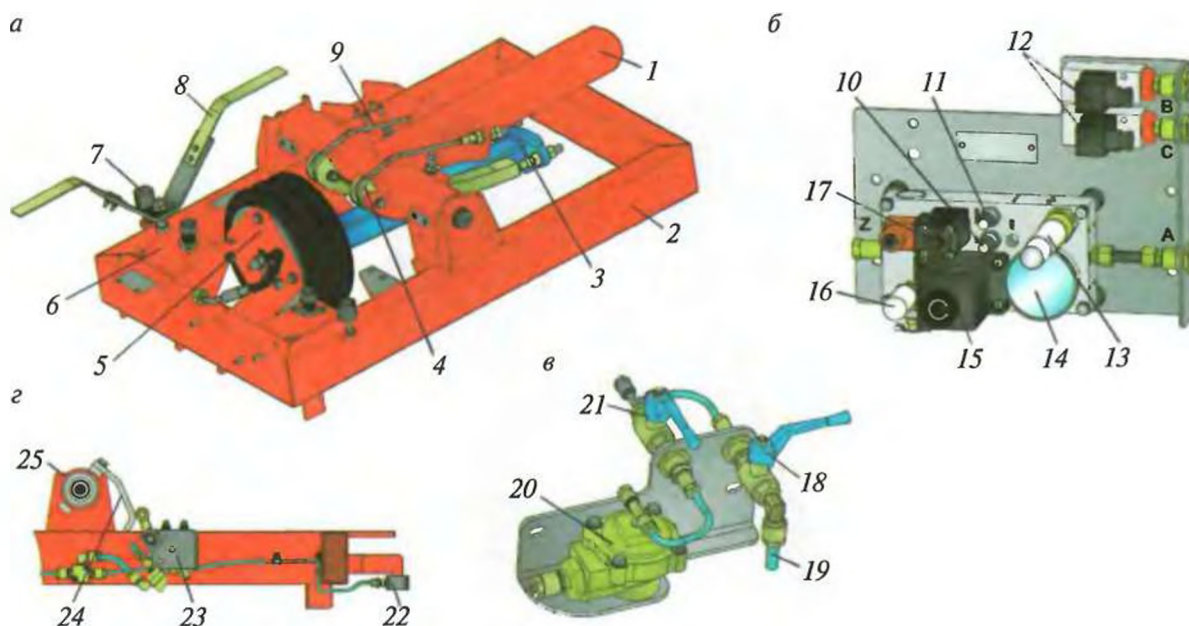


Рис. 4.10. Пневматический привод и узел управления токоприемника МР-160:

а — пневматический привод; б — электромагнитный блок управления; в — устройство аварийного опускания; г — ограничитель высоты подъема; 1 — нижняя подвижная рама; 2 — основание токоприемника; 3 — тяга пневмопривода; 4 — дисковые кулачки; 5 — резиновокордный цилиндр; 6 — устройство предварительного подъема; 7 — резиновый амортизатор; 8 — пружинная опора; 9 — трос; 10 — дроссельный клапан регулировки времени подъема; 11 — дроссельный клапан регулировки времени опускания; 12 — пневматические выключатели; 13 — предохранительный клапан; 14 — манометр; 15 — регулятор давления; 16 — фильтр-влагоотделитель; 17 — электромагнитный вентиль; 18 — контрольный кран; 19 — атмосферное отверстие; 20 — вентиль экстренного опускания; 21 — разобщительный кран устройства аварийного опускания; 22 — штуцер; 23 — пневматический концевой выключатель; 24 — приводной рычаг; 25 — вал нижней подвижной рамы

электропоезда «Ласточка». В отличие от электропоездов, полностью собранных в Германии и имеющих обозначение ЭС1, электропоезда российского производства получили обозначение ЭС2Г. Если ЭС1 — двухсистемные электропоезда, то ЭС2Г являются односистемными, рассчитанными на эксплуатацию только на постоянном токе (напряжение 3 кВ). Соответственно, претерпели изменения электрические схемы и некоторые электрические аппараты. Так, вместо токоприемников АХ-NG 032 установлены токоприемники постоянного тока МР-160, несколько другие по конструкции. Внешний вид токоприемника МР-160 приведен на рис. 4.9, а его пневматического привода и узла управления — на рис. 4.10.

4.3. Переключатель рода тока (SU)

На электропоезде установлен переключатель рода тока типа RM 5137 (рис. 4.11), который подключает токоприемник либо к оборудованию постоянного тока (вход АИН через БВ), либо к оборудованию переменного тока (первичная обмотка тягового трансформатора через ГВ). Ниже приведены его основные технические данные.

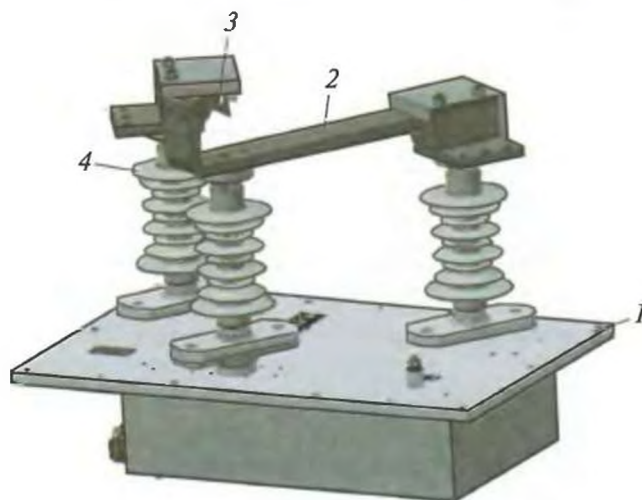


Рис. 4.11. Переключатель рода тока:

1 — плита основания; 2 — контактный нож; 3 — неподвижный контакт; 4 — изолятор

Технические характеристики переключателя рода тока

Номинальный ток, А.....	2000
Номинальное напряжение, В	25 000
Количество коммутаций.....	400 000
Срок эксплуатации, лет	30
Напряжение цепей управления, В	110 (постоянного тока)
Масса, кг	96

Это силовой переключатель рода тока с пневматическим приводом крышевого исполнения. Контактный нож переключателя соединен с изолятором, второй конец которого в свою очередь соединен с приводным валом пневмопривода. С нижней стороны плиты приводной вал связан с низковольтными кулачковыми контактами. Оба конечных положения фиксируются четырьмя кулачковыми блок-контактами.

4.4. Заземлитель постоянного тока (DC-ES)

Заземлитель постоянного тока (DC-ES) типа RM 585 предназначен для заземления крышевого высоковольтного оборудования поезда и быстродействующего выключателя (БВ). Он служит исключительно для коммутации электрических цепей без тока.

Общий вид и основные конструктивные элементы заземлителя показаны на рис. 4.12, а его основные характеристики приведены ниже.

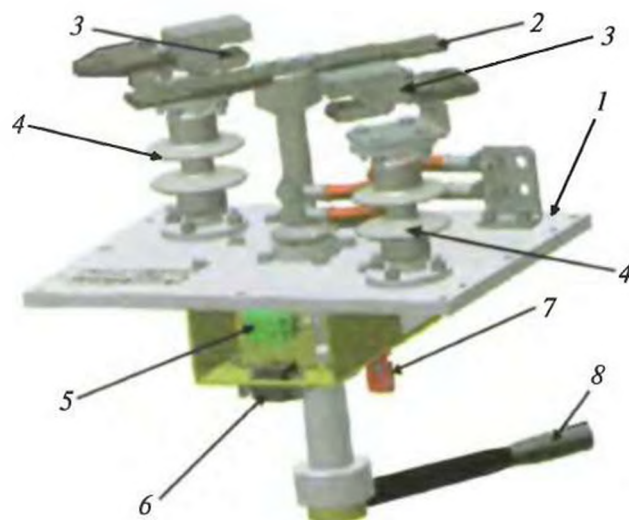


Рис. 4.12. Заземлитель:

1 — основание; 2 — контактный нож разъединителя; 3 — неподвижные контакты; 4 — изоляторы; 5 — группа низковольтных контактов; 6 — разъем; 7 — система блокировки; 8 — рычаг

Технические характеристики заземлителя

Расчетный ударный ток (пиковое значение), кА.....	40
Расчетный кратковременный ток (эффективное значение), кА.....	16
Количество коммутаций.....	20 000
Срок эксплуатации, лет	30
Габаритные размеры, мм	485×330×502
Масса, кг	24

Монтаж заземляющего выключателя постоянного тока выполняется на металлической плите, на которой установлены основные функциональные узлы разъединителя: изоляторы неподвижных контактов и подвижного ножа, группа низковольтных блок-контактов, разъем низковольтных цепей, система блокировки, рычаг. Подвижный контакт заземлителя электрически соединен с корпусом вагона, неподвижные контакты установлены на изоляторах. Один из неподвижных контактов соединен с контактом «+» БВ, второй неподвижный контакт — с контактом «-» БВ.

Низковольтные контакты коммутируются с помощью набора дисков с вырезами, находящихся на валу подвижного ножа, и передают информацию о текущем состоянии разъединителя в систему управления поездом.

Двухсторонний контактный нож выключателя поворачивается с помощью рычага, расположенного над потолочной обшивкой вагона. Блокировка рычага возможна только при его нахождении в конечном положении и осуществляется блокирующим механизмом. Ключ блокирующего механизма размещен на панели выключателей петель безопасности в кабине машиниста. Положение «Рабочее» (незаземленное) блокируется синим ключом «А», положение «Заземлено» — красным ключом «В».

Исходным положением выключателя является положение, когда контакты разомкнуты. При выполнении работ на крыше поезда ключ блокирующего механизма необходимо повернуть в положение «Заземлено» и извлечь из панели выключателей в кабине машиниста, после чего вставить в замок блокирующего механизма на выключателе и повернуть на 180°. Затем рычаг выключателя необходимо повернуть до упора по часовой стрелке.

4.5. Разъединитель крышевой проводки переменного тока (DLTR)

Крышевая проводка соединяет параллельно первичные обмотки тяговых трансформаторов обеих тяговых секций, что при работе на переменном токе дает возможность питания обеих тяговых секций от одного токоприемника. Для размыкания крышевой проводки на крыше вагона D установлен разъединитель крышевой проводки переменного тока (DLTR) типа RM 593 (рис. 4.13). Его основные технические данные приведены ниже.

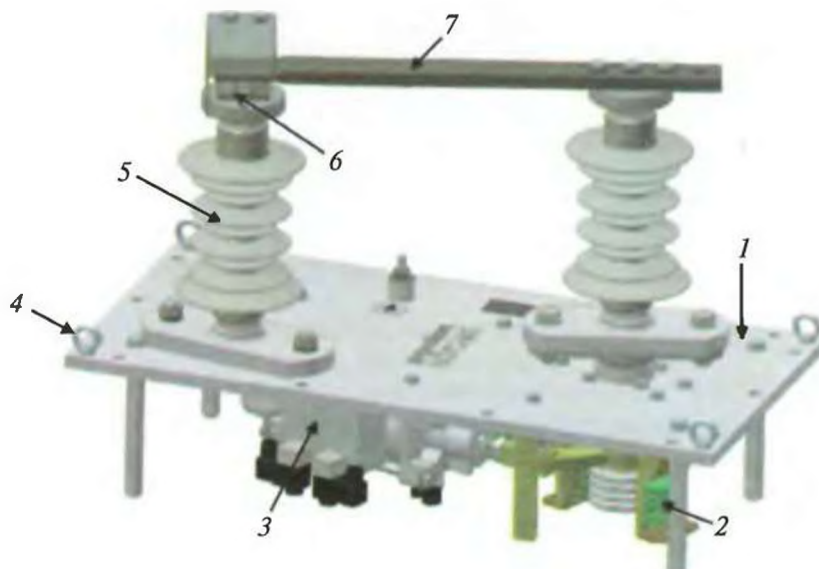


Рис. 4.13. Разъединитель крышевой проводки переменного тока (DLTR):

1 — плита основания; 2 — низковольтные блок-контакты; 3 — пневматический привод; 4 — рым-болт; 5 — изолятор; 6 — неподвижный контакт; 7 — контактный нож

Технические характеристики разъединителя крышевой проводки

Номинальный ток, А.....	1000
Номинальное напряжение, кВ	25
Количество коммутаций.....	500 000
Срок эксплуатации, лет	30
Масса, кг	55

С помощью разъединителя крышевой проводки возможно отключение неисправной части высоковольтной установки переменного тока. Разъединитель представляет собой однополюсный выключатель с пневмоприводом. Изоляция с вагоном обеспечивается силиконовыми изоляторами. С помощью опорной плиты разъединитель устанавливается в соответствующий вырез на крыше вагона. Контактный нож разъединителя поворачивается с помощью пневматического привода. Поступательное движение цилиндра передается на вал кривошипно-шатунным механизмом. Вал соединяется с изолятором, а изолятор — с контактным ножом разъединителя. С нижней стороны плиты приводной вал, подключенный к четырем дисковым кулачкам, управляет восемью низковольтными блок-контактами.

4.6. Определитель системы напряжения (SE)

Распознавание системы напряжения проверяет, соответствует ли система напряжения, заданная машинистом или системой управления, системе напряжения в контактной сети. Каждому токоприемнику на вагоне С или Е подчинена система датчиков, которая состоит из трансформаторного преобразователя высокого напряжения (-FB-TO2),

резисторов и собственно модуля распознавания системы (-FB-ТОЗ). Внешний вид устройства представлен на рис. 4.14.



Рис. 4.14. Определитель системы напряжения

По сути, определитель системы напряжения — это измерительный трансформатор с двумя вторичными обмотками, а устройство распознавания системы напряжений — это схема, подключенная к одной из этих обмоток.

4.7. Разрядники постоянного (DC-USpA) и переменного (AC-USpA) тока

На электропоезде «Ласточка» установлены разрядники постоянного тока DC-USpA (по одному на тяговую секцию) и разрядники переменного тока AC-USpA (по два на тяговую секцию). Разрядник постоянного тока DC-USpA предназначен для защиты электрооборудования от перенапряжений и устанавливается рядом с блоком постоянного тока Modbox, в котором находится БВ (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Разрядник постоянного тока

Разрядники переменного тока размещены следующим образом: один — параллельно токоприемнику для защиты от перенапряжений, которые через контактный провод могут оказать влияние на электропоезд (например, вызванные ударом молнии); один — перед первичной обмоткой тягового трансформатора для защиты его от недопустимо больших коммутационных перенапряжений. Внешний вид разрядника переменного тока показан на рис. 4.16.



Рис. 4.16. Внешний вид разрядника переменного тока

4.8. Датчики тока

Для измерения токов в силовой схеме электропоезда применяются датчики тока, которые одновременно обеспечивают гальваническую развязку высоковольтных и низковольтных цепей. Конструктивное устройство датчика тока приведено на рис. 4.17. По принципу работы датчик представляет собой тороидальный измерительный трансформатор тока. Внешний вид датчика, установленного на крыше электропоезда, показан на рис. 4.18.

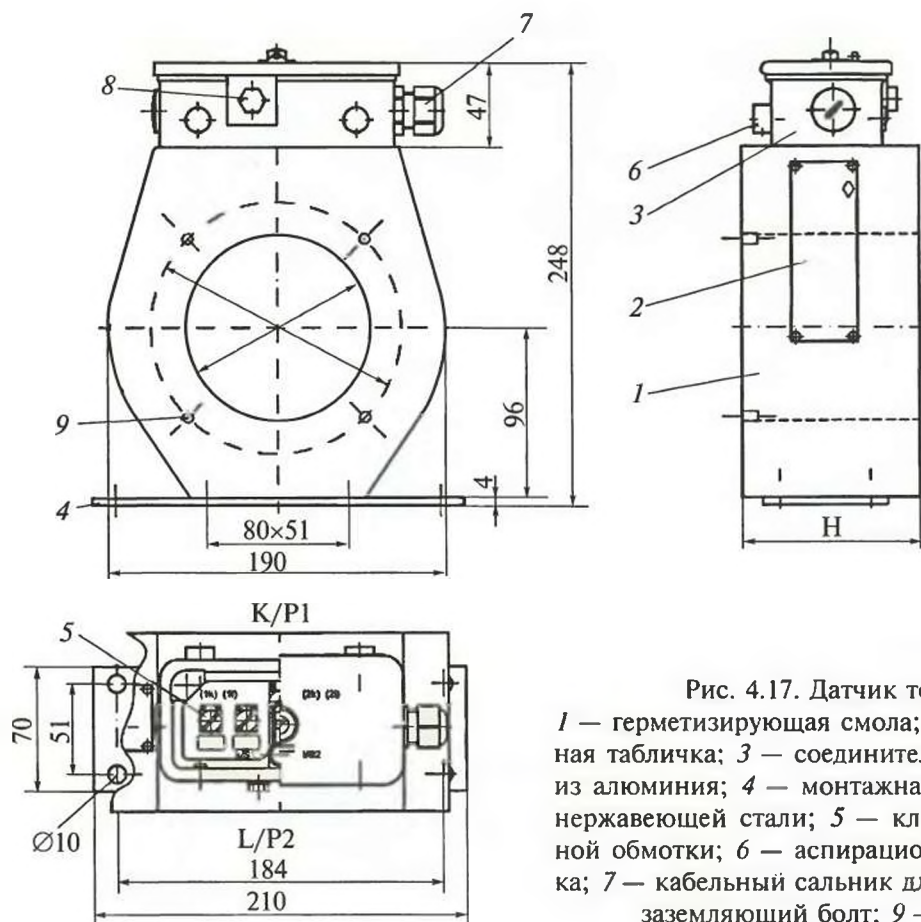


Рис. 4.17. Датчик тока:

1 — герметизирующая смола; 2 — паспортная табличка; 3 — соединительная коробка из алюминия; 4 — монтажная пластина из нержавеющей стали; 5 — клеммы вторичной обмотки; 6 — аспирационная установка; 7 — кабельный сальник для кабеля; 8 — заземляющий болт; 9 — букса



Рис. 4.18. Внешний вид датчика тока на крыше электропоезда

4.9. Тормозной резистор (RB)

В случае если контактная сеть во время рекуперативного торможения не способна принимать тормозные токи, тормозной резистор с помощью импульсного регулятора, расположенного в контейнере тягового преобразователя, подключается к конденсаторам промежуточного контура. Тормозной регулятор является также защитой от динамических перенапряжений на конденсаторах промежуточного контура. На электропоезде установлены четыре тормозных резистора типа DT51324, которые размещаются попарно на крыше электропоезда. Каждый блок тормозного реостата состоит из девяти никель-хром-элементов, соединенных последовательно (рис. 4.19).

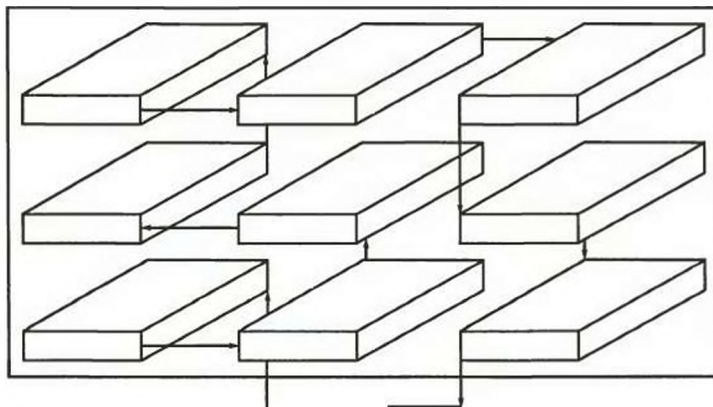


Рис. 4.19. Схема соединения элементов внутри тормозного реостата

Резисторы имеют естественное воздушное охлаждение. Их технические данные приведены ниже.

Технические характеристики тормозного резистора

Электрическое сопротивление, Ом	7,85±5 %
Максимальное напряжение, В.....	4300
Размеры, мм	3300×2978×699
Индуктивность, мкГн.....	менее 50
Масса, кг	291

Во избежание перегрева тормозного резистора производится постоянный контроль температуры. При достижении температурой максимального значения тормозной резистор отключается. Внешний вид резисторов, установленных на крыше электропоезда, приведен на рис. 4.20.



Рис. 4.20. Два блока тормозных сопротивлений, установленных на крыше электропоезда

4.10. Дроссель сетевого фильтра (LF)

Дроссель сетевого фильтра типа ZFAT 5836 предназначен для соблюдения требований по допустимой помехозащищенности на линии СЦБ и связи при работе электропоезда на постоянном токе, а также для повышения входного импеданса электрического тягового оборудования. Он представляет собой дроссель с магнитопроводом, не имеющим магнитной связи с другими компонентами. Дроссель сетевого фильтра размещается в кожухе тягового преобразователя и принудительно охлаждается минеральным маслом. Сердечник дросселя состоит из нескольких пакетов пластин, разделенных воздушными зазорами и соединенных между собой хомутами, замыкающими магнитный контур. В качестве проводника используется полосовая медь с изоляцией из номекса. Обмотка является цилиндрической благодаря угловым планкам она удерживается на расстоянии от заземленного сердечника. Охлаждающие каналы позволяют отводить тепло от обмотки. Высокий коэффициент теплоотдачи минерального масла обеспечивает отвод тепла наружу. Стяжка всего блока осуществляется при помощи стяжных шпилек. Внешний вид дросселя, вынутого из бака, приведен на рис. 4.21, а его технические данные — ниже.

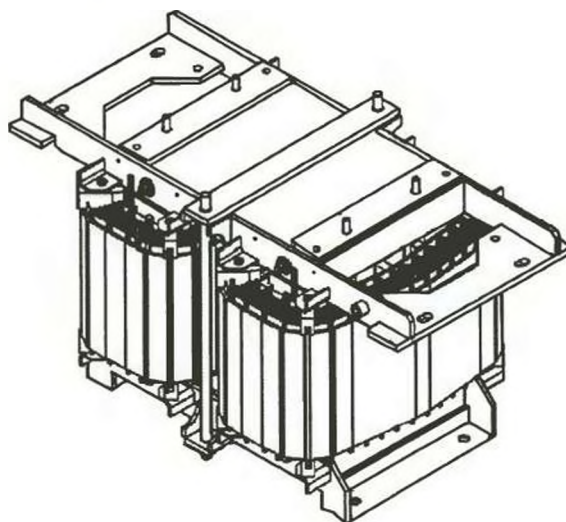


Рис. 4.21. Дроссель сетевого фильтра типа ZFAT 5836

Технические характеристики дросселя сетевого фильтра

Номинальная индуктивность, мГн.....	22
Дифференциальная индуктивность для тока менее 569 А, мГн.....	более 22
Номинальный ток, А.....	441
Максимальный эффективный ток, А.....	569
Максимальное напряжение между обмоткой и землей в течение 5 мс, кВ.....	до 10
Максимальное значение напряжения между обмоткой и массой в масле, кВ.....	11,6
Предельное выдерживаемое импульсное напряжение между началом и концом обмотки в масле, кВ.....	50
Сопротивление обмотки при 115 °С, мОм.....	140+10 %
Соединение обмоток.....	параллельное
Число витков обмотки при параллельном включении.....	2×292
Сечение проводника обмотки, мм ²	35
Поперечное сечение магнитопровода, мм ²	333
Масса, кг.....	690,1

4.11. Быстродействующий выключатель (DC-НС)

Для защиты силовых электрических цепей при питании от контактной сети постоянного тока 3 кВ во время коротких замыканий и перегрузок, а также для оперативных отключений на крышах вагонов С и Е расположено по одному быстродействующему выключателю (БВ) марки UR26-64 фирмы «Сешерон». Быстродействующий выключатель расположен в модульном блоке постоянного тока Modbox (рис. 4.22), в котором объединены несколько устройств постоянного тока. Для исключения попадания внутрь блока воды, снега и пыли между крышкой и корпусом предусмотрено резиновое уплотнение (рис. 4.23), а связь с атмосферой для деионизации воздуха внутри блока осуществляется через воздушный фильтр.

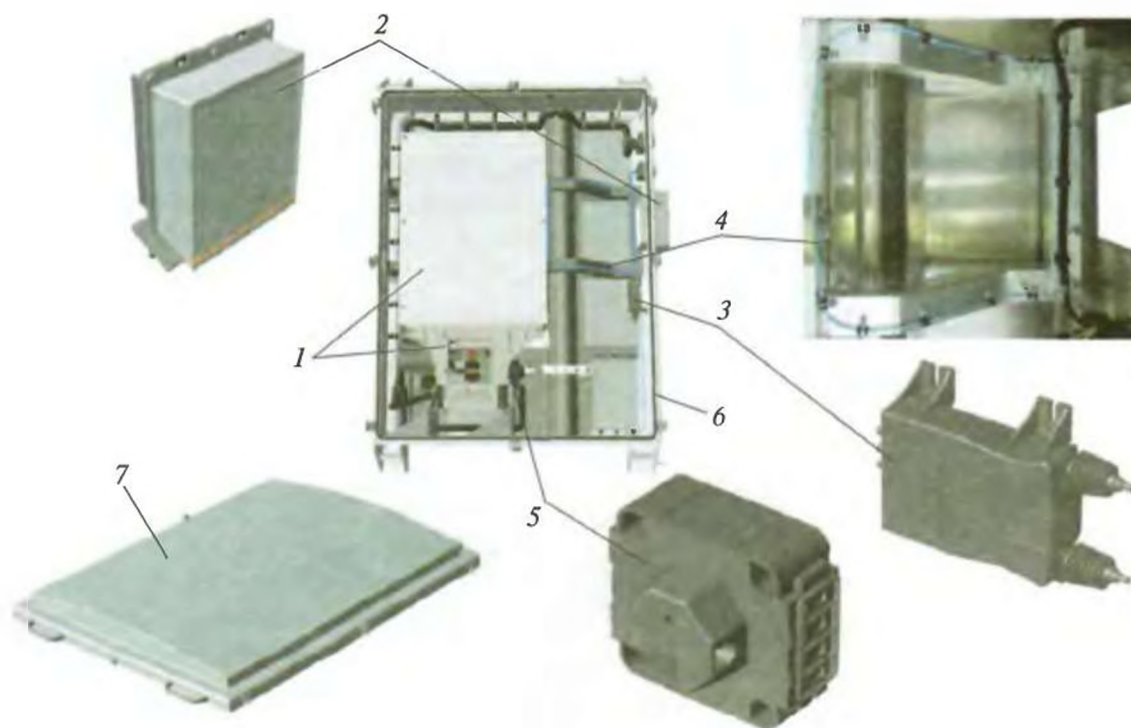


Рис. 4.22. Блок постоянного тока Modbox:

1 — быстродействующий выключатель UR26-64; 2 — сепаратор воды и система воздушных фильтров; 3 — измеритель напряжения; 4 — термодетектор; 5 — измерительный трансформатор тока; 6 — уплотнение; 7 — крышка



Рис. 4.23. Уплотнение между крышкой и корпусом блока Modbox (обозначено I)

Соединение низковольтных цепей блока Modbox и поезда производится через разъемы X1 и X2, схема подключения которых приведена на рис. 4.24.

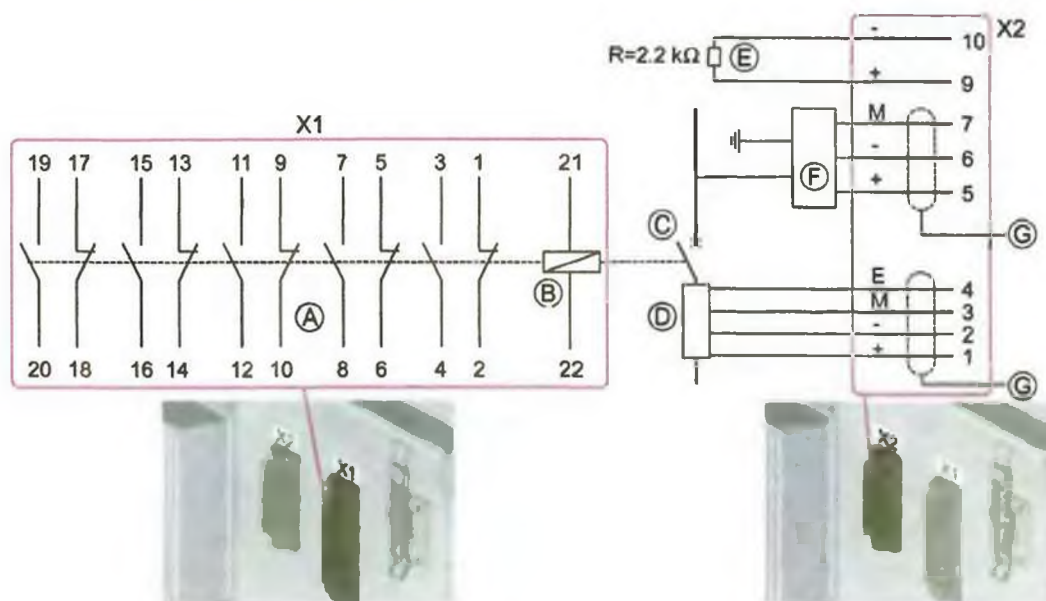


Рис. 4.24. Подключение низковольтных цепей к блоку Modbox:
 А — вспомогательные контакты БВ; В — включающий электромагнит; С — быстродействующий выключатель; D — датчик тока; E — термодетектор; F — датчик напряжения; G — заземленный экран

На рис. 4.25 показан блок Modbox с открытой верхней крышкой.



Рис. 4.25. Блок Modbox с открытой верхней крышкой

Основные конструктивные элементы БВ представлены на рис. 4.26. Он относится к группе быстродействующих выключателей с механическим удерживающим устройством (так называемых БВ защелочного типа). Основное преимущество защелочных БВ перед быстродействующими выключателями с электромагнитным удерживающим устройством, более распространенными на ЭПС отечественного производства, — независимость их срабатывания от направления тока. Так, при изменении направления тока, потребляемого из контактной сети (в частности в режиме рекуперативного торможения), БВ с электромагнитным удерживающим устройством не сможет защитить силовую цепь, потому что его размагничивающий виток по сути станет «намагничивающим». БВ защелочного типа (в том числе и UR26-64) является неполяризованным, т.е. он защищает силовую цепь электропоезда как в тяговом, так и в тормозном режимах. Одно из конструктивных отличий быстродействующего выключателя UR26 — отсутствие в нем пневматического привода, который обычно применяется для замыкания главных контактов. Это увеличило ресурс аппарата (выключатель без повреждений выдерживает 200 000 циклов замыкания/размыкания без нагрузки).

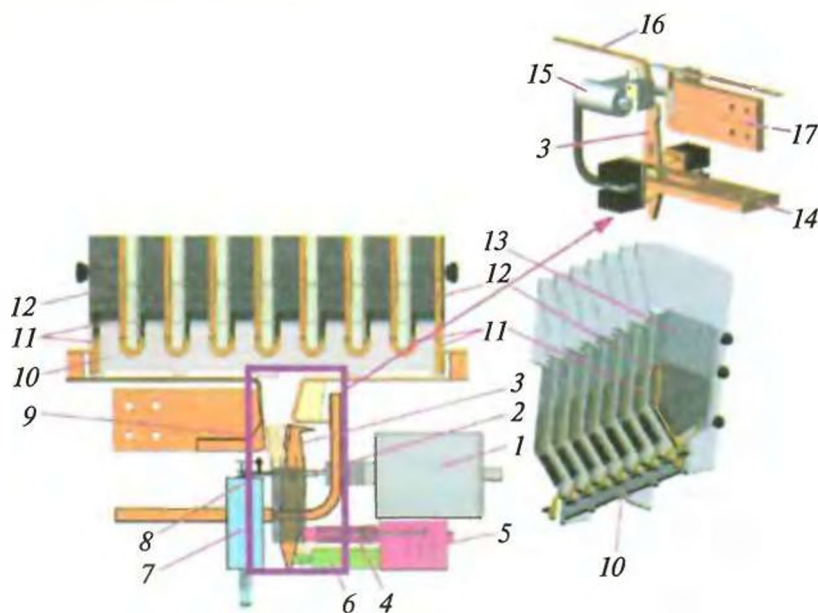


Рис. 4.26. Основные конструктивные элементы БВ:

1 — включающая катушка БВ; 2 — вилка; 3 — подвижный контакт; 4 — толкатель; 5 — вспомогательные контакты; 6 — демпфер; 7 — тяга принудительного размыкания; 8 — размыкатель; 9 — неподвижный контакт; 10 — дугогасительная камера; 11 — рога разрыва дуги; 12 — отражатели из стекловолокна; 13 — деионизирующие пластины; 14 — нижняя соединительная клемма; 15 — катушка электромагнитного дугогашения; 16 — контактный рог; 17 — верхняя соединительная клемма

Ниже представлены технические характеристики выключателя UR26-64.

Технические характеристики БВ

Номинальное рабочее напряжение, В	3600
Номинальное напряжение изоляции, В	4800
Номинальный рабочий ток, А	1500
Максимальное напряжение дуги, В	7200
Вес выключателя, кг	85
Вес дугогасительной камеры, кг	74
Полный вес, кг	159
Габаритные размеры БВ, мм	1029×724×480
Напряжение цепи управления, В	110
Диапазон изменения напряжения цепей управления, В	77—137,5
Время включения при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, мс	~150
Время выключения при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, мс	15—30

Замыкание. При подаче напряжения +110 В на включающую катушку БВ 1 преодолевается усилие установленной внутри катушки пружины, происходит перемещение вилки 2, посредством которой подвижный контакт 3 замыкается с неподвижным контактом 9. Ток начинает протекать от верхней соединительной клеммы 17 по неподвижному контакту 9 на подвижный контакт 3 и через его медные шунты на нижнюю соединительную клемму 14, а через радиаторы и шины — на катушки электромагнитного дугогашения 15 и на контактный рог 16. Толкатель 4, перемещаемый подвижным контактом 3, воздействует на вспомогательные контакты 5. Гашение усилия замыкания осуществляется демпфером 6.

Удержание. После замыкания главных контактов усилие прижатия поддерживается электромагнитом при пониженном токе удержания (5 % от тока замыкания).

Размыкание. Ток, превышающий установленное максимальное значение, наводит в магнитном контуре устройства размыкания электромагнитное поле, перемещающее тягу 7 вверх, и, поднимая размыкатель 8 и вилку 2, тем самым освобождает подвижный контакт 3, который под действием пружины в толкателе 4 перемещается в исходное положение.

При штатном размыкании происходит снятие напряжения с включающей катушки БВ, и под действием пружин внутри корпуса катушки осуществляется перемещение вилки 2 и высвобождение подвижного контакта 3, который в свою очередь под действием пружины в толкателе 4 перемещается в исходное положение. Для защиты размыкающих контактов реле, снимающих напряжение с включающей катушки, параллельно ей включается варистор (рис. 4.27).

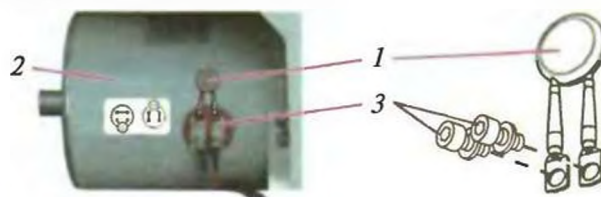


Рис. 4.27. Включение варистора параллельно включающему электромагниту:
1 — варистор; 2 — включающий электромагнит; 3 — соединительные виты

Дуга, образующаяся между подвижным и неподвижными контактами 3 и 9 (см. рис. 4.26), под воздействием электромагнитного поля катушек 15 начинает перемещение между неподвижным контактом 9 и контактным рогом 16 в направлении дугогасительной камеры 10. Далее дуга разрывается рогами разрядника 11 и отражателями 12. Ионизированные газы нейтрализуются между деионизирующими пластинами 13. Конструкция дугогасительной камеры БВ приведена на рис. 4.28.

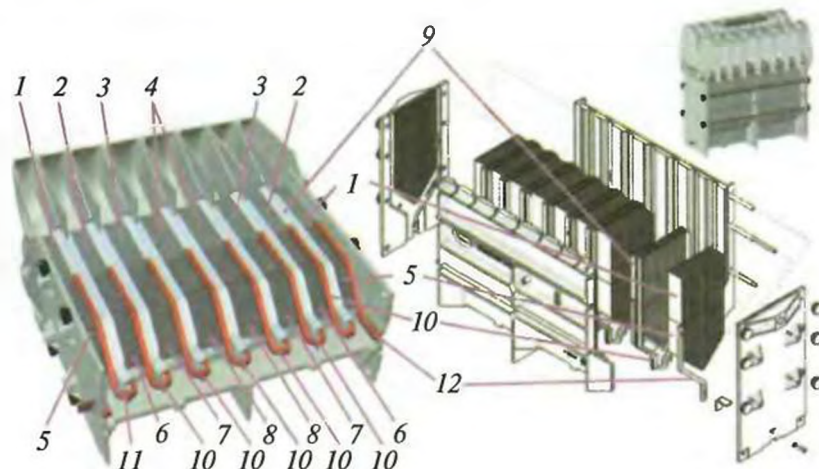
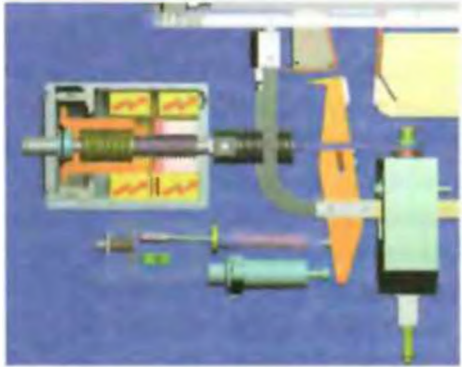
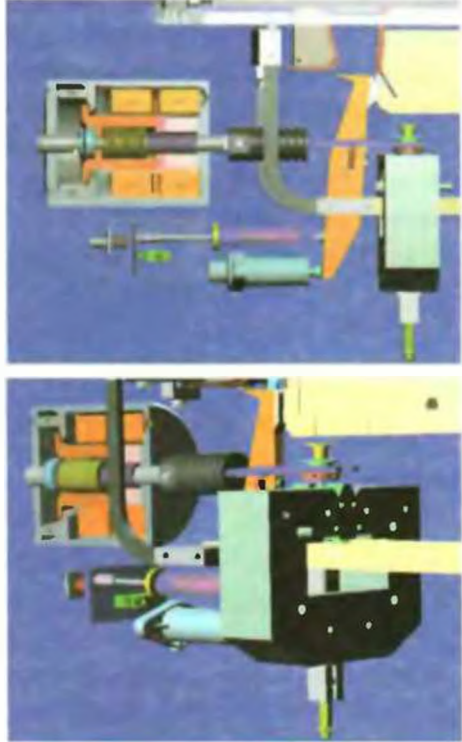



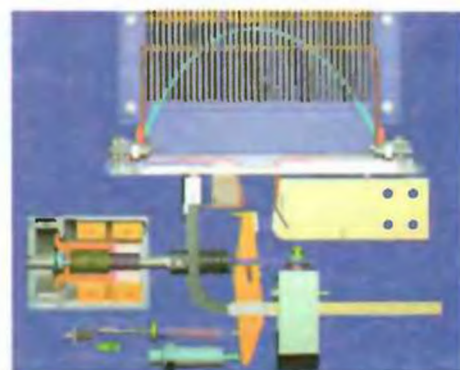
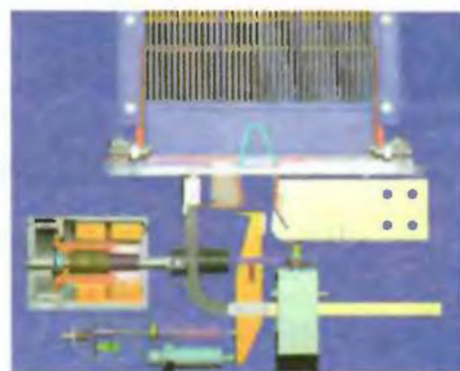
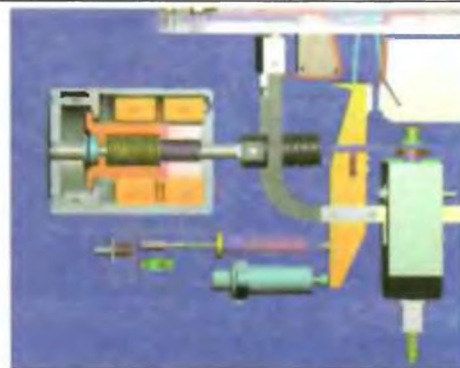
Рис. 4.28. Дугогасительная камера БВ:
1—4 — пластины деионизатора; 5—8 — комплект отражателей; 9 — внутренняя стенка;
10 — внутренний рог; 11 — внутренний полурог; 12 — концевой рог

В табл. 4.1 проиллюстрированы процессы замыкания, удержания и размыкания.

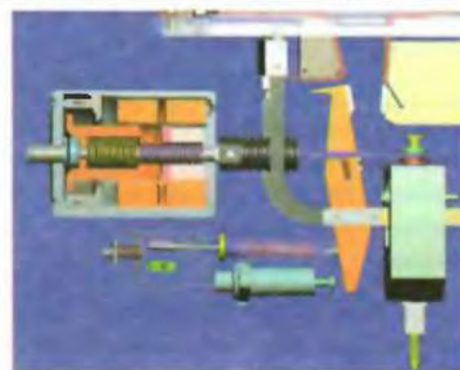
Таблица 4.1

Положения компонентов БВ в процессе замыкания, удержания и размыкания

<p>1. Подача напряжения на устройство замыкания +110 В</p>	
<p>2. Удержание подвижного контакта в замкнутом положении и снижение тока включающего электромагнита до 5 % от номинального. Подвижный контакт удерживается непосредственно защелкой на вилке</p>	
<p>3. Срабатывание устройства принудительного выключения и начало процесса размыкания главных контактов</p>	



4. Главные контакты разомкнуты и выключатель готов к новому замыканию



Основные размеры БВ приведены на рис. 4.29.

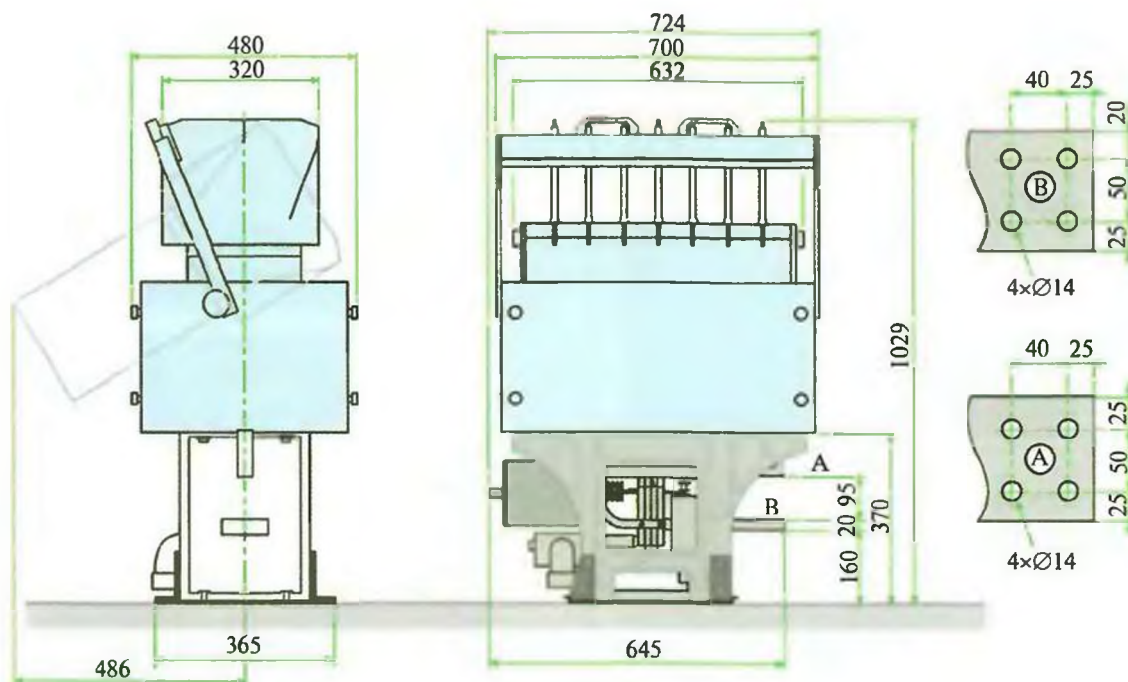


Рис. 4.29. Основные размеры БВ

4.12. Главный выключатель (АС-НС)

Для защиты электрических цепей при питании от сети переменного тока, при коротких замыканиях и перегрузках, а также для оперативных отключений на крышах вагонов С и Е расположено по одному главному выключателю (ГВ) марки MACS фирмы «Сешерон». Ниже приведены его основные технические характеристики.

Технические характеристики ГВ марки MACS

Номинальное рабочее напряжение, В	27 500
Номинальный рабочий ток, А.....	1000
Номинальная рабочая частота, Гц	50
Вес выключателя, кг.....	108
Габаритные размеры ГВ, мм.....	940×430×726
Напряжение цепи управления, В.....	110
Время включения при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, мс.....	<65
Время выключения при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, мс.....	<50
Количество циклов замыкания/размыкания, производимых без тока	250 000

Внешний вид главного выключателя показан на рис. 4.30. ГВ сконструирован в качестве однополюсного вакуумного выключателя для крышевого монтажа с электрическим пружинным приводом и камерой вакуумного выключателя. Он состоит из плиты основания, привода и вакуумной камеры. Снаружи выключатель оборудован изоляторами. Зоны высокого и низкого напряжения разделены плитой основания с исполнительным механизмом.

Главный выключатель оборудован встроенным двухконтактным разъединителем с ручным приводом (АС-ЕС), который поворачивает заземленный стержень вокруг своей вертикальной оси. Закрепленные на нем контакты соединяют или разъединяют с землей оба высоковольтных контакта главного выключателя.



Рис. 4.30. Внешний вид главного выключателя (низковольтная часть не показана):
1 — плита основания; 2 — камера вакуумного выключателя (VST); 3 — изолятор; 4 — заземляющий разъединитель

ГВ оборудован системой подогрева, используемой при низких температурах наружного воздуха. При температуре $-37\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ включается обогрев. По достижении температуры $-27\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ активируются электронные устройства управления. С помощью нагрева температура постоянно поддерживается на уровне выше $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Типовое время нагрева при $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет (при 110 В постоянного тока) около 13 мин. Потребляемая мощность — около 61 Вт. При замыкании главных контактов потребляемая мощность увеличивается до 141 Вт.

4.12.1. Устройство вакуумного коммутатора

Для обеспечения изоляционных свойств между силовыми контактами в камере коммутатора создан вакуум.

Вакуумный коммутатор (рис. 4.31) состоит из неподвижного 1 и подвижного 2 контактов. Неподвижный контакт установлен на металлическом фланце 3, удерживающем керамический корпус 4. Между керамическим корпусом и контактом расположен металлический экран, который защищает керамические части корпуса от осаждения паров металла, образованных дугой при размыкании контактов. Подвижный контакт перемещается по направляющей 5 в осевом направлении. Созданный изготовителем вакуум в камере обеспечивается за счет металлических сильфонов 6, заваренных на подвижном контакте, и торцевого фланца. Кроме того, защита вакуумной среды происходит посредством металлического экрана 7, расположенного вокруг сильфонов.

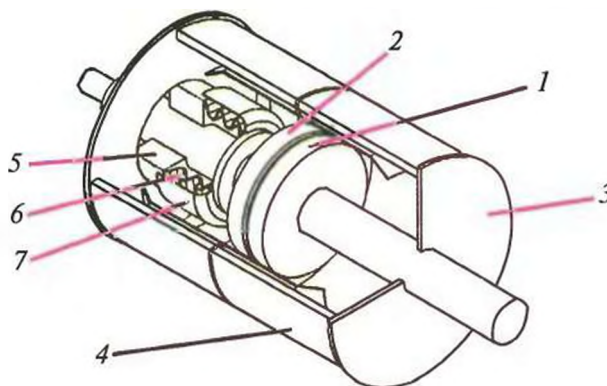


Рис. 4.31. Вакуумный коммутатор:
1 — неподвижный контакт; 2 — подвижный контакт; 3 — металлический фланец; 4 — керамический корпус; 5 — направляющая; 6 — металлический сильфон; 7 — металлический экран

4.12.2. Работа ГВ

Процессы замыкания, удержания и размыкания ГВ, а также процессы заземления и разрыва контура заземления ГВ представлены на рис. 4.32.

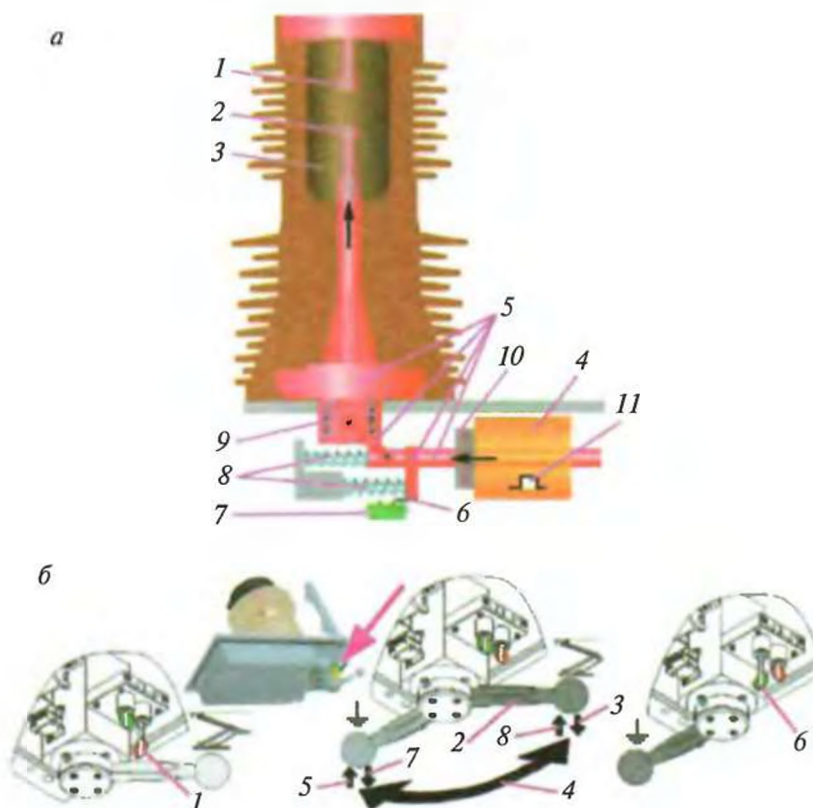


Рис. 4.32. Работа главного выключателя:

a — процесс замыкания, удержания и размыкания; 1 — неподвижный контакт; 2 — подвижный контакт; 3 — вакуумный коммутатор; 4 — замыкающий электромагнит; 5 — рабочий механизм; 6 — кулачок; 7 — вспомогательные контакты; 8 — размыкающие пружины; 9 — пружины контактного давления; 10 — шток выключателя электромагнита; 11 — импульс на замыкание; *б* — процессы заземления и разрыва контура заземления ГВ: 1, 6 — ключи от системы запорных устройств электропоезда; 2 — рычаг заземления; 3, 7 — нажатие на рычаг заземления; 4 — поворот рычага заземления; 5, 8 — фиксация рычага заземления

Замыкание. Два главных контакта, неподвижный 1 и подвижный 2, расположены в вакуумном коммутаторе 3. При получении импульса на замыкание 11 рабочий механизм 5 передвигается под воздействием замыкающего электромагнита 4. При этом происходит замыкание подвижного контакта 2 с неподвижным контактом 1. Образуется цепь протекания тока от верхнего силового соединителя на неподвижный контакт, далее — на подвижный контакт и на нижний силовой соединитель. Контактное нажатие главных контактов 1 и 2 обеспечивается за счет давления, оказываемого рабочим механизмом 5 при помощи пружин 9. При этом кулачок 6 активирует вспомогательные контакты 7.

Удержание. После замыкания главных контактов электромагнит катушки 4 создает контактное давление при пониженном токе удержания.

Размыкание. При прерывании подачи напряжения на катушку электромагнита 4 под действием усилия размыкающих пружин 8 и пружин контактного давления 9 происходит размыкание главных контактов. Образующийся при расхождении контактов жидкометаллический мостик удерживается с помощью магнитного поля самой дуги. При естественном прохождении тока через ноль магнитное поле исчезает, и пары металла распределяются по вакуумной камере, восстанавливая диэлектрическую прочность. Это

позволяет сократить участки перегрева, что обеспечивает минимизацию изнашивания контакта. Кулачок 6 деактивирует вспомогательные контакты 7.

Заземление. Для заземления ГВ необходимо повернуть ключ от системы запорных устройств электропоезда 1 (после поворота ключ 1 не может быть извлечен), нажать 3 на рычаг заземления 2 и извлечь его из паза, затем повернуть 4 до упора. При этом рычаг заземления 2 должен зафиксироваться 5 в пазе. Ключ 6 необходимо повернуть для блокировки рычага заземления в заземленном положении и извлечь его для производства дальнейших действий по заземлению электропоезда.

Снятие контура заземления. Для снятия контура заземления необходимо вставить и повернуть ключ от системы запорных устройств электропоезда 6 (после поворота ключ 6 не может быть извлечен), нажать 7 и извлечь рычаг заземления 2 из паза, затем повернуть его 4 до упора. При этом рычаг заземления 2 должен зафиксироваться 8 в пазе. Ключ 1 необходимо повернуть для блокировки рычага заземления в положении снятия контура заземления и извлечь его для производства дальнейших действий по снятию контура заземления электропоезда.

Внешний вид нижней части ГВ с рукояткой заземлителя и блокировочным устройством приведен на рис. 4.33.



Рис. 4.33. Рукоятка заземлителя и блокировочное устройство ГВ

4.12.3. Система управления ГВ

Процессами замыкания, удержания и размыкания главных контактов управляет электронный блок, смонтированный под несущей рамой ГВ. Функциональная схема блока приведена на рис. 4.34. Управление осуществляется путем изменения очередности подачи напряжения +110 В на входные порты блока управления, имеющие имена «Команда 1» и «Команда 2».

На нижней панели защитного кожуха ГВ, расположенной за потолочным люком, находятся сигнальные светодиоды. При подаче напряжения батареи и после окончания зарядки конденсатора ГВ загорается желтый светодиод, сигнализирующий о рабочем состоянии ГВ. Красный светодиод сигнализирует о наличии ошибки в программном обеспечении блока управления ГВ.

Блок управления питается напряжением 110 В и оборудован специальным резистором обогрева, предотвращающим изменение параметров цепи при эксплуатации в условиях температур ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре ниже $-37\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ не происходит немедленная подача питания к электронной плате, а автоматически включается резистор обогрева с электромеханическим управлением, который обеспечивает выработку необходимой тепловой мощности. Включение электронной платы осуществляется только после

того, как температура электромеханических компонентов достигнет уровня -27 ± 5 °С. С этого момента центральный процессор с интегральным датчиком температуры начинает работать в обычном режиме, управляя процессом подогрева и регулируя температуру. Стандартная продолжительность нагрева от температуры -50 °С до момента включения сигнала «Готово» зависит от напряжения в цепях управления: при 77 В она составляет примерно 18 мин; при 110 В — примерно 13 мин; при 137,5 В — примерно 9 мин.

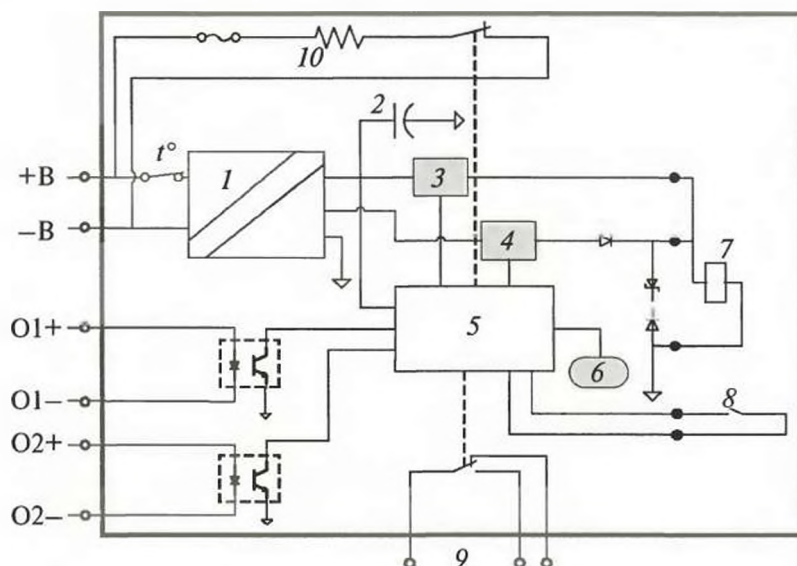


Рис. 4.34 Функциональная схема блока управления:

1 — преобразователь постоянно-постоянного тока; 2 — конденсатор; 3 — устройство замыкания; 4 — устройство удержания; 5 — блок управления; 6 — счетчик циклов замыкания/размыкания; 7 — электромагнитная катушка; 8 — дополнительный выключатель; 9 — выходные сигналы «Готово»; 10 — тепловой резистор; +В — плюс аккумуляторной батареи; -В — минус аккумуляторной батареи; O1+ — плюс «Команда 1»; O1- — минус «Команда 1»; O2+ — плюс «Команда 2»; O2- — минус «Команда 2»

5. СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

5.1. Силовая схема электропоезда

Тяговая установка электропоезда включает две идентичные тяговые секции (рис. 5.1). Каждая из тяговых секций состоит из одного головного вагона и одного вагона С или Е.

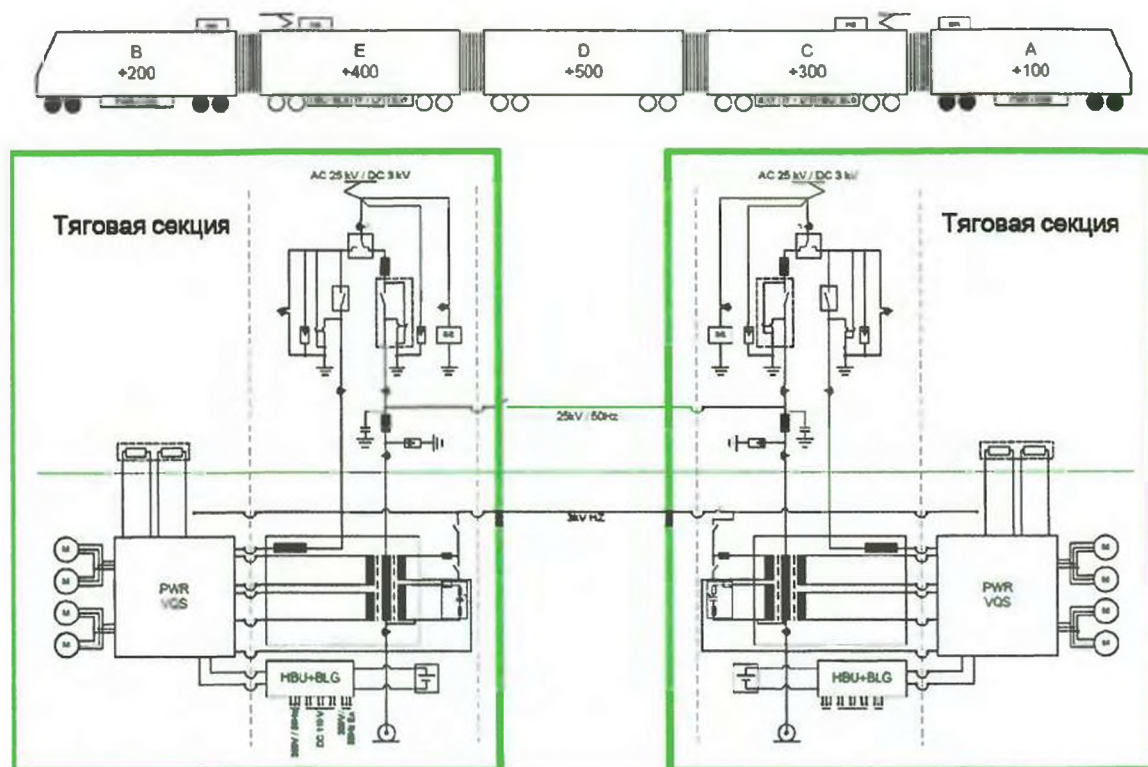


Рис. 5.1. Тяговые секции электропоезда

В немоторном вагоне D расположены два компрессорных агрегата для питания потребителей поезда сжатым воздухом. Тяговые преобразователи поезда находятся в головных вагонах. Схема подключения тяговых преобразователей приведена на рис. 5.2. Каждый тяговый преобразователь питает попарно четыре асинхронных тяговых двигателя моторного вагона. Попарное питание (каждая тележка — от своего преобразователя) увеличивает возможности резервирования электрооборудования в случае выхода его из строя.

Более подробно схема одной тяговой секции показана на рис. 5.3, а обозначения и назначение аппаратов приведены в табл. 5.1.

Как видно из рис. 5.3, тяговый преобразователь состоит из двух идентичных блоков, каждый из которых содержит автономный инвертор напряжения (ШИМ-инвертор) (PWR), тормозной импульсный регулятор, используемый для реализации режима реостатного торможения (BST), и четырехквadrанный преобразователь (4QS). Рассмотрим их работу.

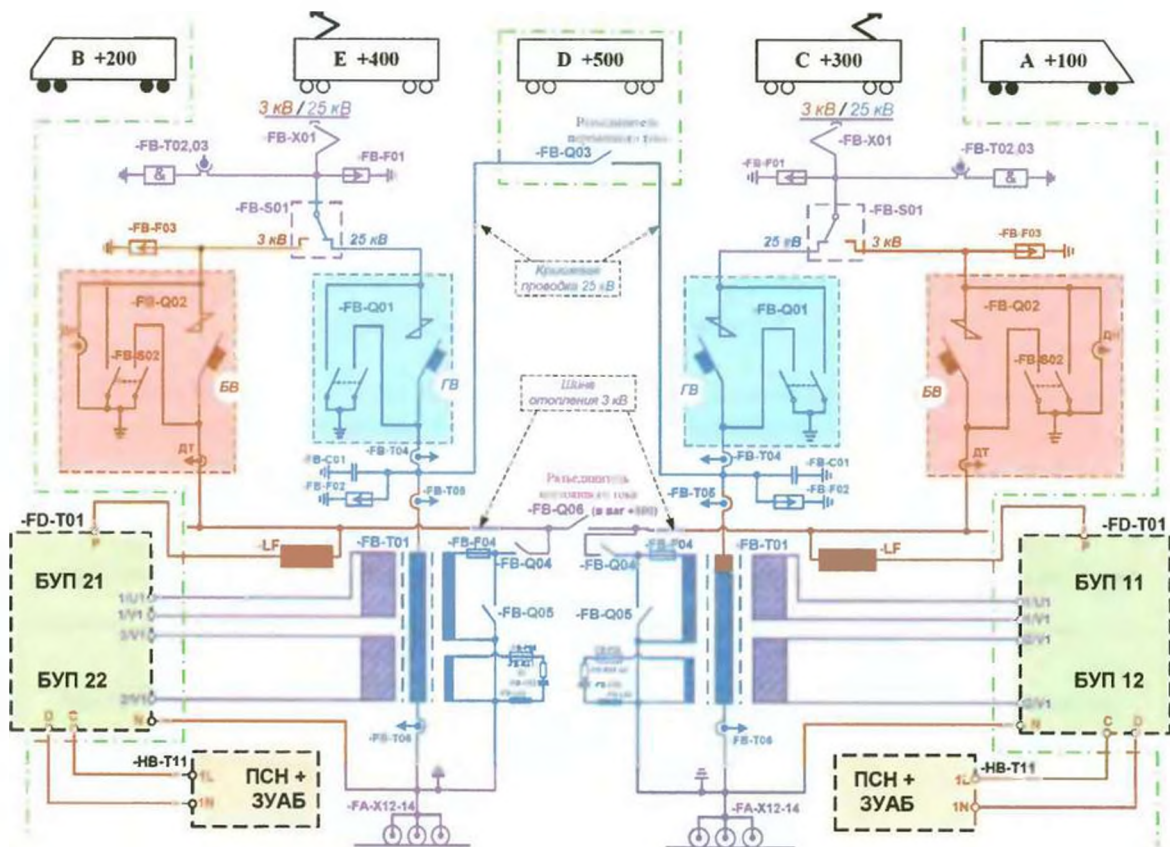


Рис. 5.2. Упрощенная схема включения тяговых преобразователей

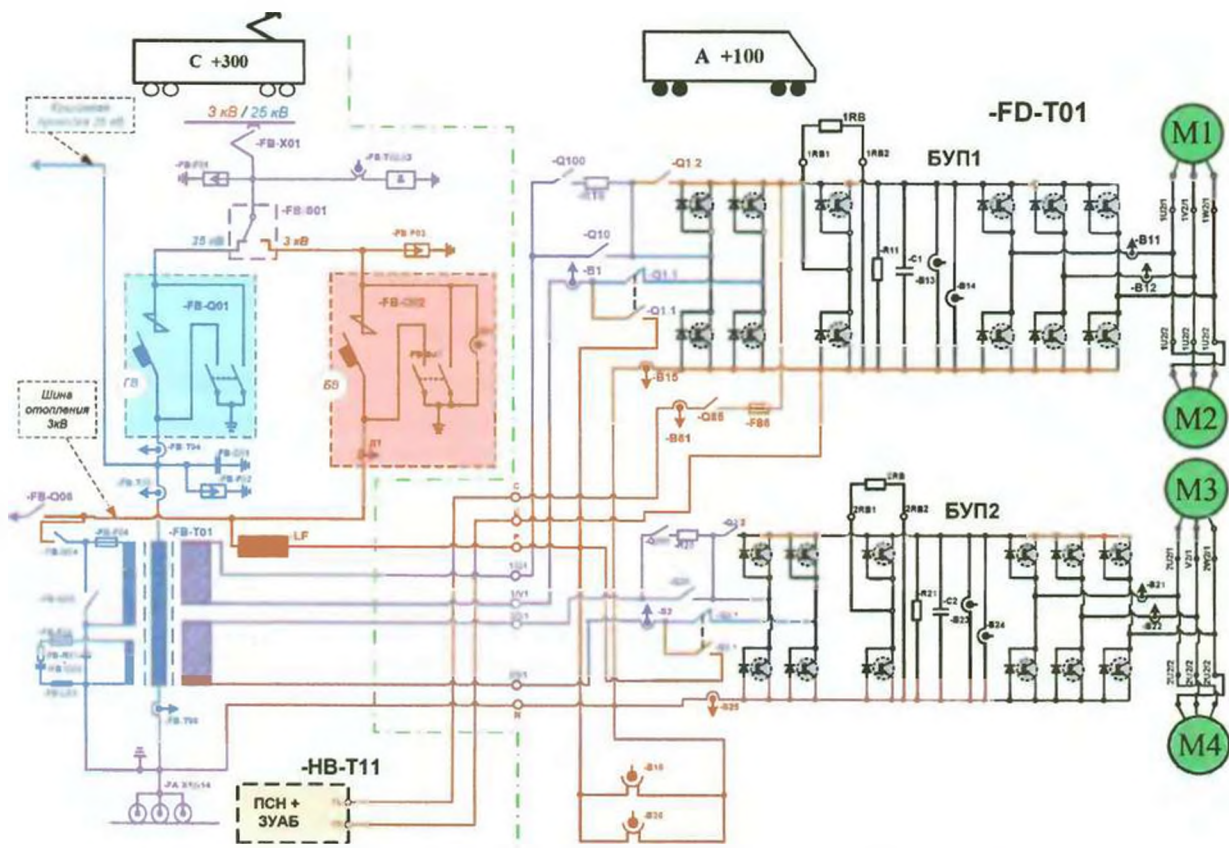


Рис. 5.3. Упрощенная схема одной тяговой секции электропоезда «Ласточка»

Расшифровка обозначений к рис. 5.2 и 5.3

Обозначение в заводских электросхемах	Назначение аппарата
-FB-X01	Токоприемник для обоих родов тока 3 кВ и 25 кВ (SA)
-FB-T02,03	Датчик сетевого напряжения (OSpW)
-FB-F01	Разрядник на 75 кВ (AC-USpA)
-FB-S01	Переключатель рода тока (SU)
-FB-F03	Разрядник на 13 кВ (DC-USpA)
-FB-Q02	БВ постоянного тока (DC-HC)
-FB-S02	Крышевой заземлитель постоянного тока (DC-ES)
-ДТ,ДН	Датчик тока и датчик напряжения внутри блока Modbox
-LF	Дроссель фильтра (находится в тяговом трансформаторе) (LF)
-FD-T01	Тяговый преобразователь головного вагона в целом
-НВ-T11	Преобразователь собственных нужд и зарядное устройство АБ
-FB-Q01	ГВ переменного тока (AC-HC)
-FB-T04	Датчик общего входного переменного тока (AC-SPw(E))
-FB-C01	Конденсатор электромагнитной совместимости
-FB-F02	Разрядник 75 кВ защиты тягового трансформатора (T-USpA)
-FB-T05	Датчик входного тока первичной обмотки тягового трансформатора (T-OSW)
-FB-T06	Датчик выходного тока первичной обмотки тягового трансформатора (T-USW)
-FB-T01	Тяговый трансформатор (TR)
-FB-Q06	Разъединитель шины отопления постоянного тока (DC-HAST)
-FB-Q04	Разъединитель шины отопления переменного тока
-FB-Q05	Короткозамыкатель обмотки отопления тягового трансформатора
-FB-F04	Предохранитель обмотки отопления тягового трансформатора
-FB-Q03	Разъединитель крышевой проводки 25 кВ (DLTR)
-FB-X12-14	Заземляющие устройства на буксах колесных пар (ЕК)
M1-M4	Тяговые двигатели 1, 2, 3, 4 (M)
-Q100	Контактор предварительной зарядки звена постоянного тока (-C1)
-R10	Резистор предварительной зарядки звена постоянного тока (-C1)
-Q10	Сетевой контактор тягового преобразователя
-Q1.1	Контактор переключения напряжения тягового преобразователя
-Q1.2	Сетевой контактор тягового преобразователя
-B1	Датчик входного тока тягового преобразователя
-B15	Датчик выходного тока тягового преобразователя
-B81	Датчик входного тока тягового преобразователя на питание ПСН
-B11,B12	Датчики выходного тока из тягового преобразователя по фазам
-1RB	Тормозной резистор (RB)
-B13,B14	Датчики напряжения звена постоянного тока
-Q85	Контактор подключения питания ПСН к тяговому преобразователю
-F56	Предохранитель питания ПСН

5.1.1. Автономный инвертор напряжения (PWR)

Автономный инвертор напряжения (АИН) служит для преобразования постоянного напряжения 3 кВ в трехфазное переменное напряжение, необходимое для питания асинхронных тяговых двигателей. При этом выходное напряжение и частота могут меняться. Принципиальная схема силовой части АИН приведена на рис. 5.4.

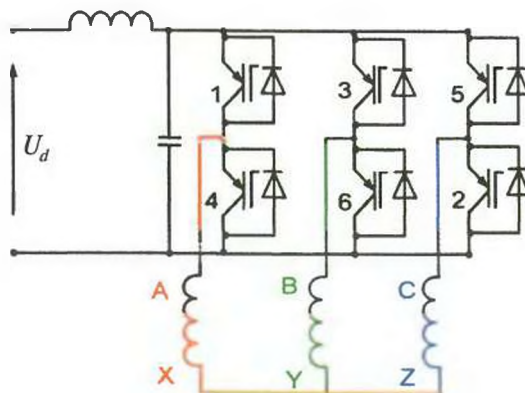


Рис. 5.4. Упрощенная принципиальная схема АИН:


U_d — постоянное питающее напряжение; А—Х, В—Y, С—Z — обмотки трехфазного асинхронного двигателя; 1—6 — IGBT-транзисторы

Рассмотрим принцип формирования кривой выходного напряжения на примере 180-градусного алгоритма управления АИН. Алгоритм открытия транзисторов АИН, мгновенные схемы замещения АТД и значения фазных напряжений сведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Алгоритм открытия транзисторов АИН и мгновенные схемы замещения АТД

Угол	Прибор						Схема замещения	U_A	U_B	U_C
	1	2	3	4	5	6				
0— 60°	●	●	●					$1/3U_d$	$1/3U_d$	$-2/3U_d$
60— 120°		●	●	●				$-1/3U_d$	$2/3U_d$	$-1/3U_d$
120— 180°			●	●	●			$-2/3U_d$	$1/3U_d$	$1/3U_d$
180— 240°				●	●	●		$-1/3U_d$	$-1/3U_d$	$-2/3U_d$
240— 300°	●				●	●		$1/3U_d$	$-2/3U_d$	$1/3U_d$

Угол	Прибор						Схема замещения	U_A	U_B	U_C
	1	2	3	4	5	6				
300— 360°	●	●				●		$2/3 U_d$	$-1/3 U_d$	$-1/3 U_d$

Алгоритм удовлетворяет следующим условиям:

- каждый транзистор открыт в течение 180 электрических градусов (1/2 периода выходной частоты);
- одновременно работают три транзистора;
- все три фазных обмотки двигателя находятся под напряжением в течение всего периода выходного напряжения;
- переключения транзисторов осуществляются через 60 электрических градусов (1/6 периода выходной частоты).

Напряжения на фазах двигателя (U_A , U_B , U_C) определяются по следующим правилам:

- если фаза подключена «в одиночку», то абсолютное значение напряжения на ней составит $2/3$ питающего напряжения U_d ;
- если две фазы подключены параллельно, то абсолютное значение напряжения на них составит $1/3$ питающего напряжения U_d ;
- фазы, подключенные к плюсу источника питания, имеют положительный потенциал, к минусу — отрицательный.

Кривые фазных напряжений при 180-градусном алгоритме управления приведены на рис. 5.5. Можно доказать, что величина фазного напряжения при 180-градусном алгоритме будет составлять

$$U_{\phi} = 0,45 U_d,$$

где U_d — входное напряжение преобразователя.

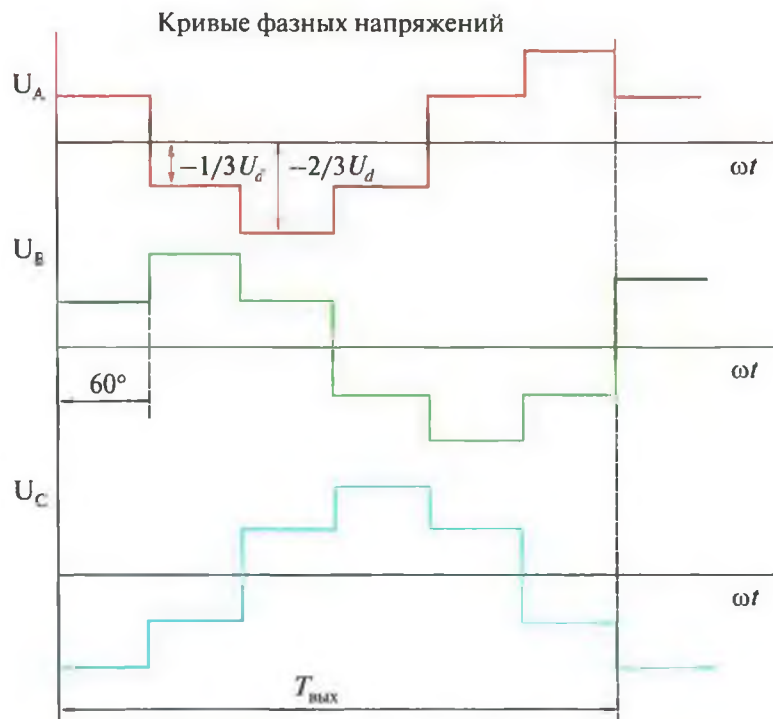


Рис. 5.5. Фазные напряжения при 180-градусном алгоритме управления АИН

Данный алгоритм позволяет менять частоту на выходе преобразователя (а значит и частоту вращения АТД) за счет изменения частоты коммутации транзисторов. Однако, как известно из курса «Электрические машины», момент асинхронного двигателя прямо пропорционален квадрату напряжения и обратно пропорционален частоте питающего напряжения:

$$M = \frac{PU^2 m_1 \frac{R_2}{S}}{2\pi f_1 \left(R_1 + \frac{R_2}{S} \right) + (X_1 + X_2')^2} = C\Phi_1 I_2' \cos \psi_2$$

Поэтому одновременно с частотой необходимо менять и напряжение. В связи с этим алгоритм 180-градусного управления используют при наличии возможности изменения напряжения на входе инвертора. В схеме электропоезда «Ласточка» такая возможность не предусмотрена, поэтому АИН работает в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ), из-за чего в технической документации его часто называют ШИМ-инвертором.

Принцип формирования алгоритма ШИМ поясняется рис. 5.6 и 5.7. Формируются три опорные синусоиды (U_A , U_B , U_C) с частотой $f_{\text{вых}}$ со сдвигом в 120° и кривая пилообразного напряжения ($U_{\text{пил}}$) с частотой $f_{\text{нес}}$. Отношение $f_{\text{нес}}/f_{\text{вых}}$ называется кратностью выходного напряжения. Транзисторы АИН переключаются в моменты равенства напряжений опорных синусоид (U_A , U_B , U_C) и пилообразного напряжения $U_{\text{пил}}$ следующим образом:

$$U_A > U_{\text{пил}} \Rightarrow VT4\uparrow; VT1\downarrow;$$

$$U_B > U_{\text{пил}} \Rightarrow VT2\uparrow; VT5\downarrow;$$

$$U_C > U_{\text{пил}} \Rightarrow VT6\uparrow; VT3\downarrow,$$

где $VT4\uparrow$ означает, что транзистор VT4 открыт, $VT1\downarrow$ означает, что транзистор VT1 закрыт.

Частота переключений силовых транзисторов ограничена на уровне 450 Гц. Увеличение частоты коммутаций приводит к увеличению коммутационных потерь в полупроводниковых приборах, поэтому при увеличении выходной частоты АИН кратность снижается. На рис. 5.8 приведены осциллограммы токов и напряжений для кратности 3. При низкой выходной частоте АИН (пуск и движение с низкими скоростями) кратность, наоборот, увеличивается, что уменьшает процент высоких гармоник в кривой выходного тока. Осциллограммы токов и напряжений АИН для кратности 15 приведены на рис. 5.9.

5.1.2. Четырехквадрантный преобразователь (4QS)

Четырехквадрантные преобразователи служат для преобразования переменного напряжения вторичных обмоток тягового трансформатора в постоянное напряжение для питания автономного инвертора напряжения в тяговом режиме и, наоборот, в режиме рекуперативного торможения. То есть они выполняют те же функции, что и полностью управляемые выпрямители, которые также могут работать в режиме ведомых сетью инверторов, однако принцип работы 4QS существенно отличается. Основным преимуществом 4QS-преобразователей по сравнению с управляемыми выпрямителями является возможность поддержания коэффициента мощности близким к единице во всех режимах работы тягового привода. Следует обратить внимание, что в отличие от однофазных выпрямителей, в которых выходное напряжение ниже входного, 4QS-преобразователи являются повышающими. Так, на поезде «Ласточка» напряжение, подаваемое на вход преобразователя от вторичной обмотки тягового трансформатора, составляет 1668 В, а выходное напряжение, подаваемое на вход АИН, — 3000 В. Схема двухквадрантного преобразователя, поясняющая принцип работы 4QS, приведена на рис. 5.10. При кратковременном

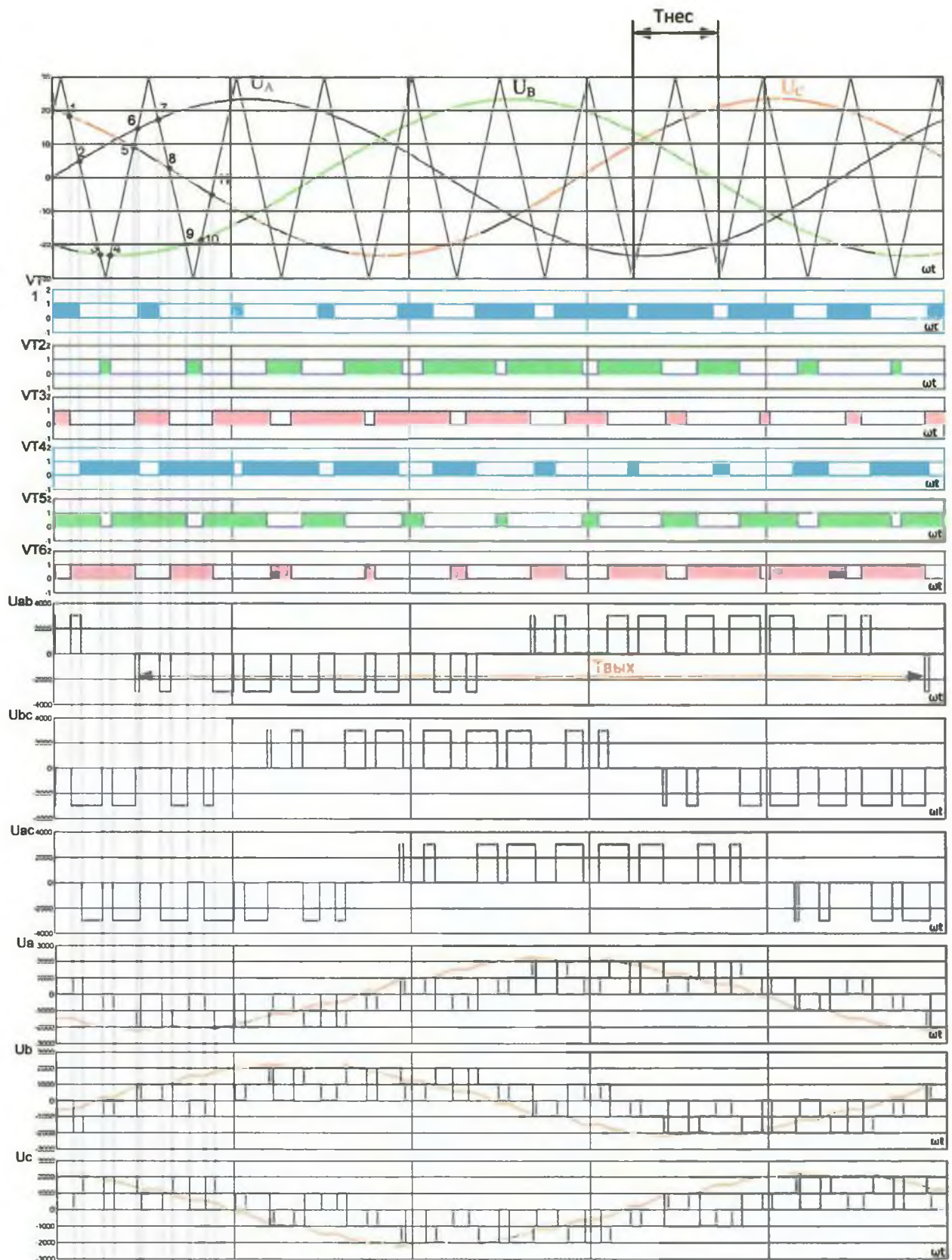


Рис. 5.6. ШИМ при кратности 9

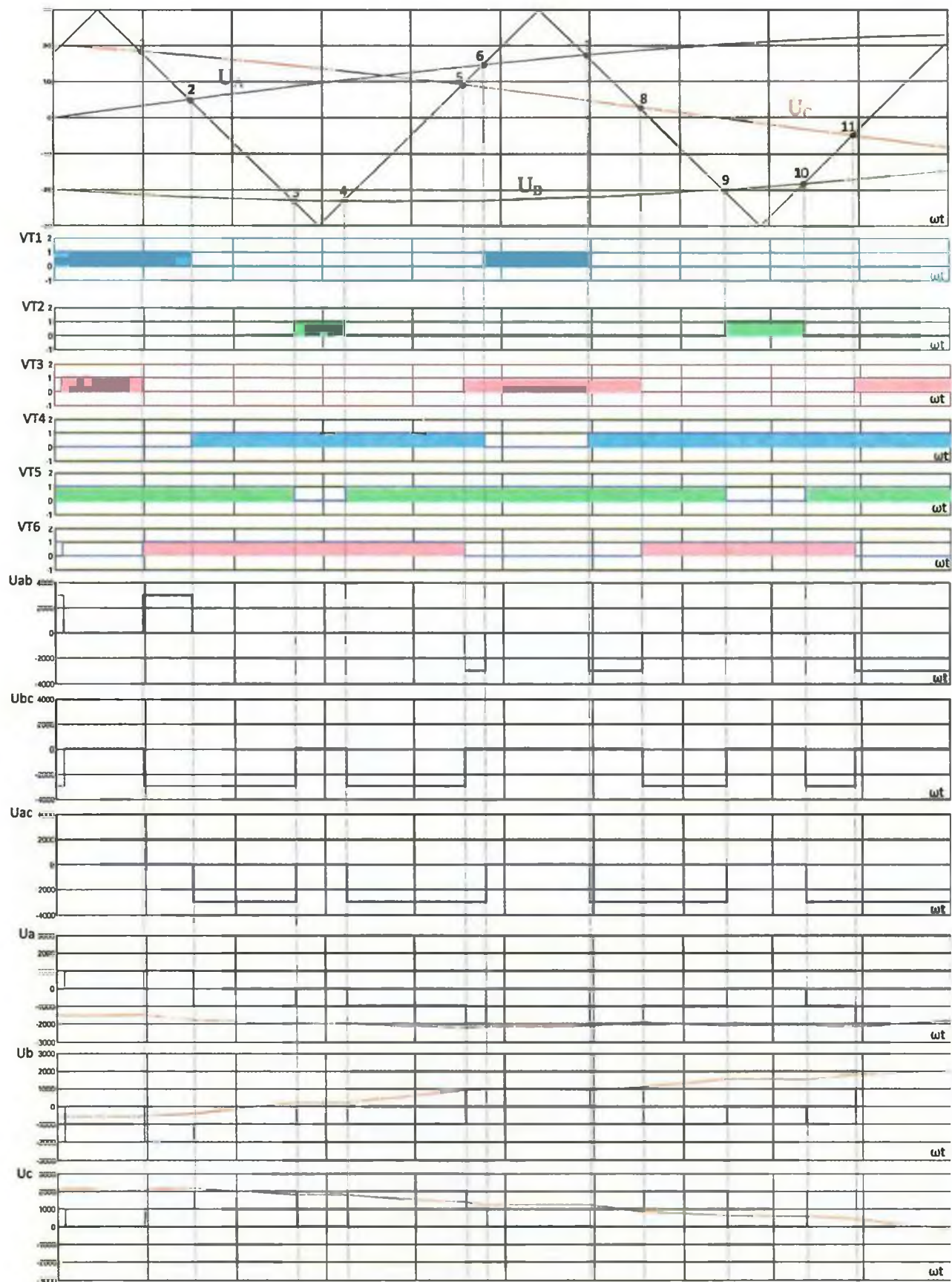


Рис. 5.7. Формирование алгоритма ШИМ при кратности 9 в интервале $2T_{\text{нес}}$

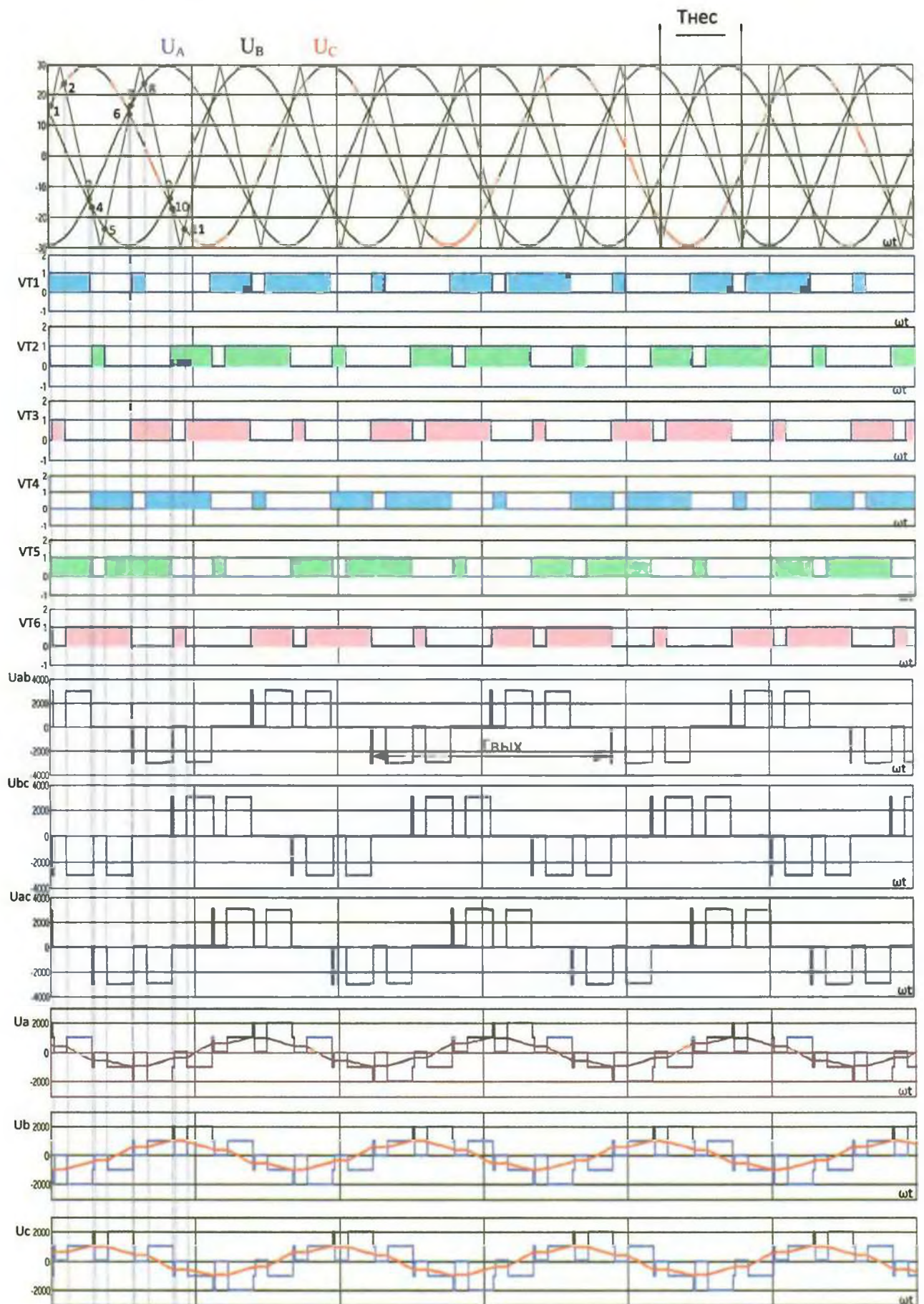


Рис. 5.8. ШИМ при кратности 3

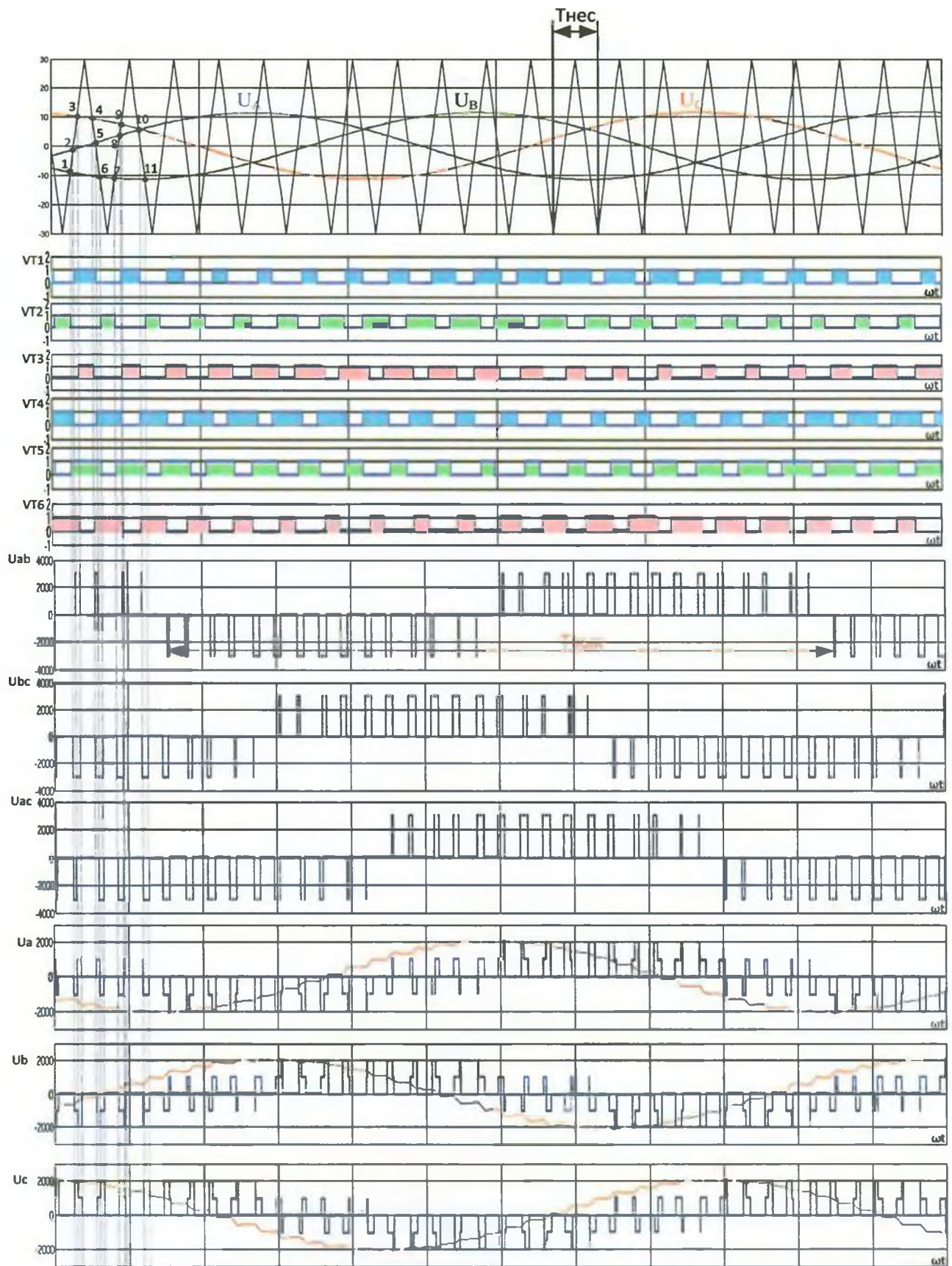


Рис. 5.9. ШИМ при кратности 15

замыкании ключа S источник переменного напряжения U_c замыкается накоротко, его ток начинает возрастать и энергия накапливается в реакторе L . При размыкании ключа S в реакторе L образуется ЭДС самоиндукции, направленная в ту же сторону, что и напряжение источника питания, и происходит сброс энергии на конденсатор C_ϕ . Причем, даже если $U_c < U_{c\phi}$, сброс энергии все равно произойдет, так как с U_c суммируется E_L . Поглощающий контур, состоящий из реактора L_2 и конденсатора C_2 , настроен на резонансную частоту $2fc$ и служит для отвода переменной составляющей из кривой выходного напряжения. Однако преобразователь, схема которого приведена на рис. 5.10, не сможет обеспечить обратную передачу электрической энергии.

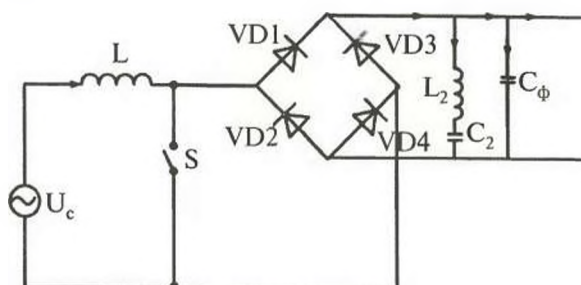


Рис. 5.10. Схема, поясняющая принцип работы четырехквadrантного преобразователя

Упрощенная схема 4QS-преобразователя приведена на рис. 5.11 (поглощающий контур не показан).

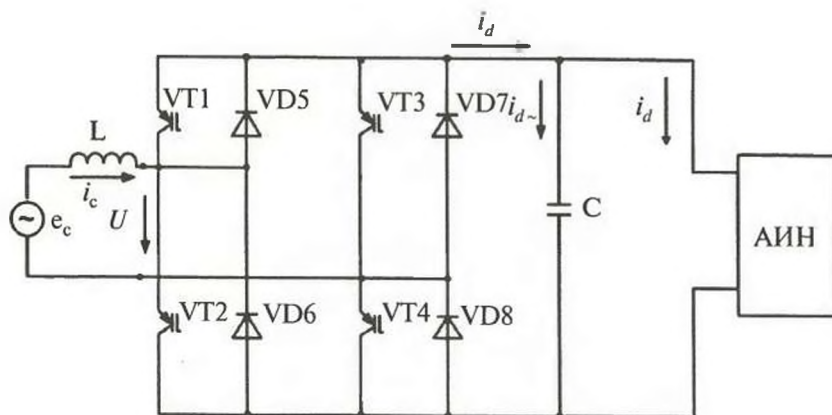


Рис. 5.11. Схема четырехквadrантного преобразователя

Преобразователь представляет собой мостовую однофазную схему. Моменты переключения транзисторов преобразователя совпадают с равенством двух модулирующих напряжений: синусоидального и пилообразного. Алгоритм переключения транзисторов можно записать в следующем виде:

$$VT1 = \begin{cases} 1 & \text{при } U_m \geq U_{гпн}; \\ 0 & \text{при } U_m < U_{гпн}; \end{cases}$$

$$VT3 = \begin{cases} 1 & \text{при } U_m \geq -U_{гпн}; \\ 0 & \text{при } U_m < -U_{гпн}. \end{cases}$$

Состояние транзисторов $VT2$ и $VT4$ инверсно состоянию транзисторов $VT1$ и $VT3$:

$$VT2 = \overline{VT1}; \quad VT4 = \overline{VT3},$$

где $U_m = U_{m \max} \sin \omega_c t$ — моделирующее напряжение;

$U_{гпн}$ — напряжение развертки генератора пилообразного напряжения;

$VT1$ — $VT4$ — логические состояния вентиля: 1 — включен, 0 — выключен.

Рассмотрим подробнее работу преобразователя в тяговом режиме.

Интервал времени 0—1 (рис. 5.12). Открыты транзисторы VT2 и VT4. Через транзистор VT2 и диод VD8 источник питания замыкается накоротко, ток в нем увеличивается, происходит накопление энергии в реакторе L.

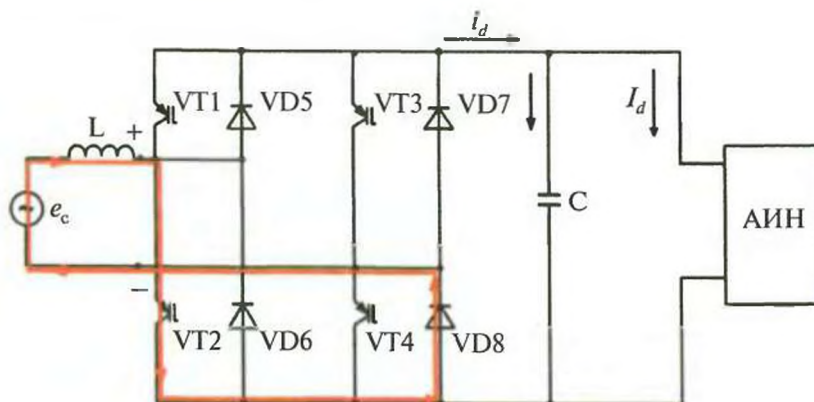


Рис. 5.12. Контур тока источника питания в интервале времени 0—1

Интервал времени 1—2 (рис. 5.13). Открыты транзисторы VT1 и VT4. Транзистор VT2 закрывается, размыкая контур тока короткого замыкания. Через диоды VD5 и VD8 запасенная энергия передается на входной фильтр АИН. Ток в источнике питания уменьшается.

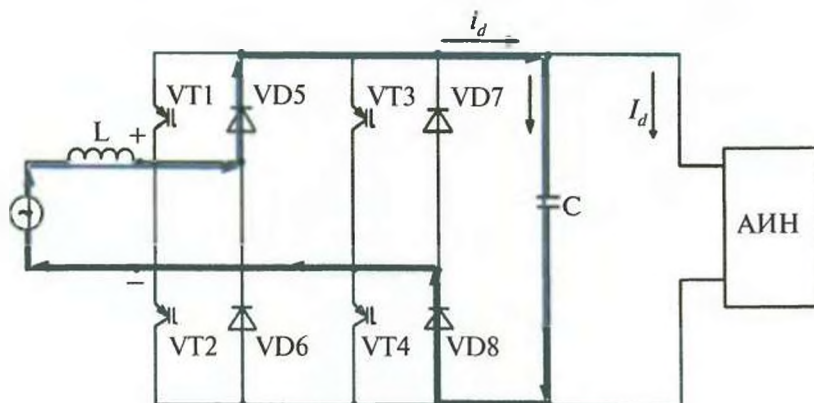


Рис. 5.13. Контур тока источника питания в интервале времени 1—2

Интервал времени 2—3 (рис. 5.14). Открыты транзисторы VT1 и VT3. Через транзистор VT3 и диод VD5 источник питания замыкается накоротко, ток в нем увеличивается, происходит накопление энергии в реакторе L.

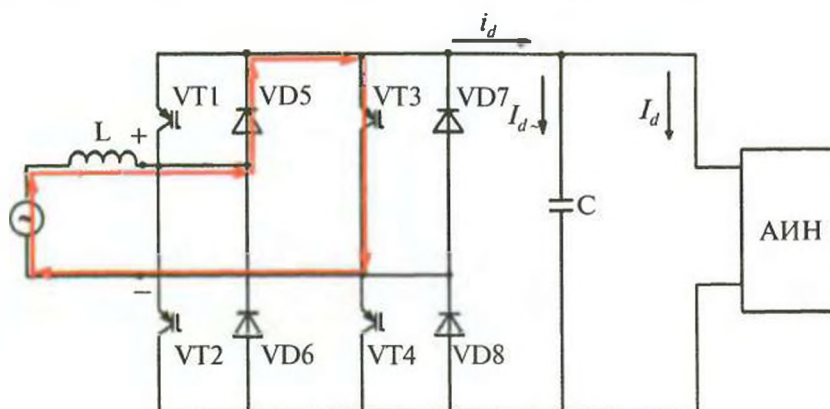


Рис. 5.14. Контур тока источника питания в интервале времени 2—3

Интервал времени 3—4. Аналогично интервалу 1—2 и т.д.

На поездах преобразователи работают с несущими частотами 300 и 450 Гц (кратности 6 и 9). Алгоритм работы четырехквadrантного преобразователя для кратности 6 представлен на рис. 5.15, для кратности 9 — на рис. 5.16.

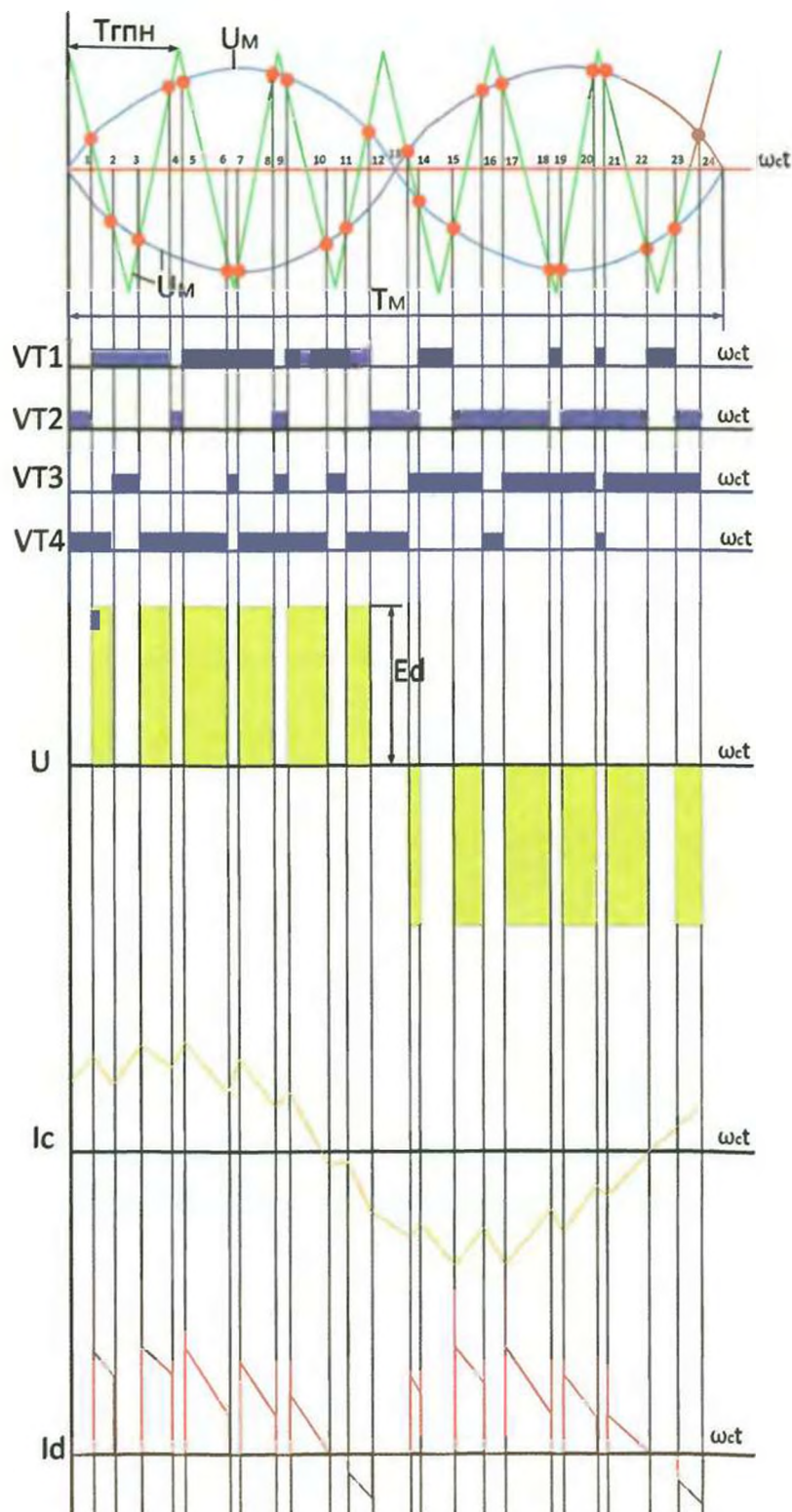


Рис. 5.15. Алгоритм работы четырехквadrантного преобразователя для кратности 6

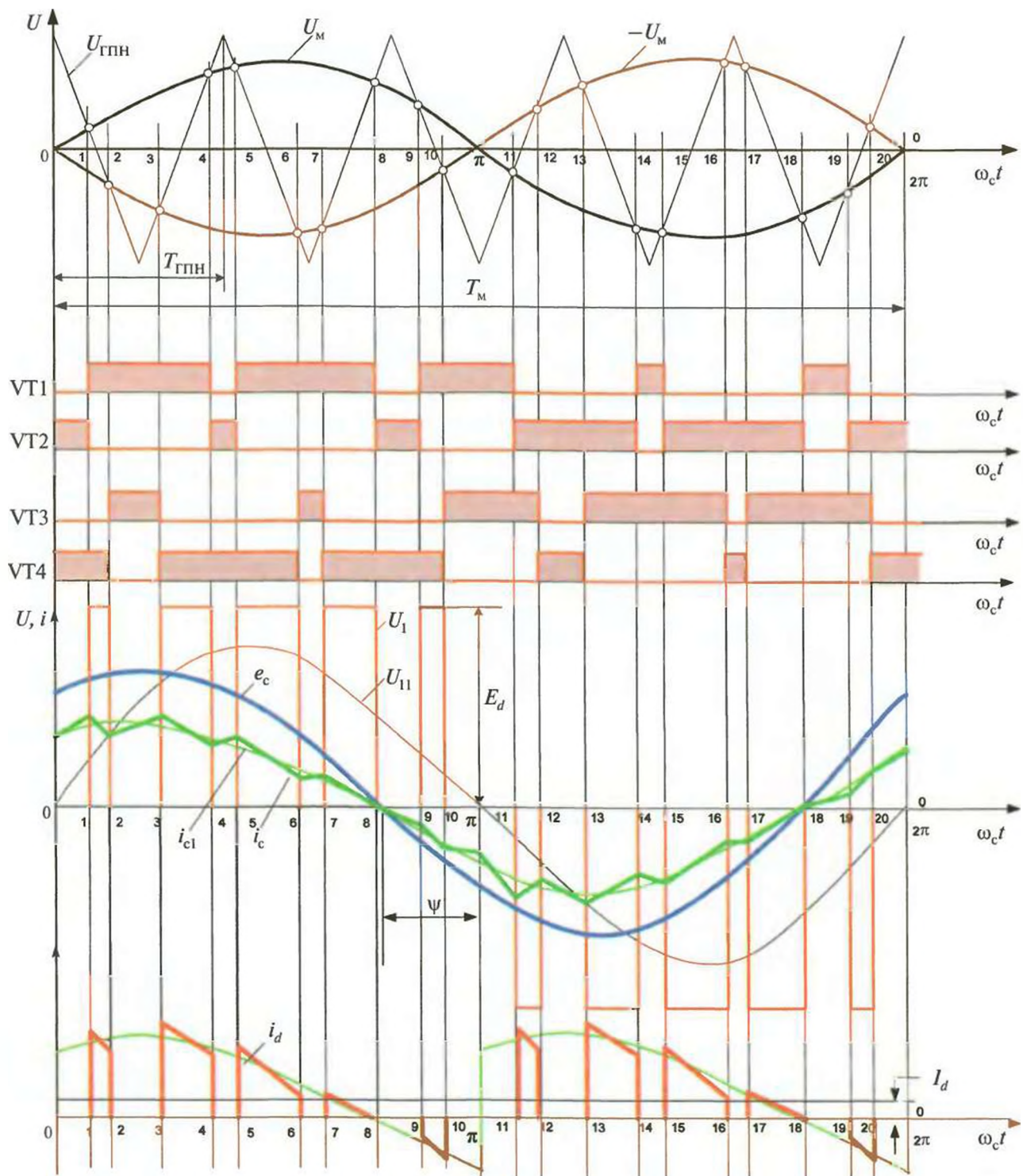


Рис. 5.16. Алгоритм работы четырехквadrантного преобразователя для кратности 9

5.1.3. Импульсный регулятор напряжения (BST)

Упрощенная схема импульсного регулятора (ИР) напряжения и диаграмма выходного напряжения, поясняющая принцип его работы, приведена на рис. 5.17. Импульсный регулятор предназначен для регулирования потока энергии между входными конденсаторами АИН (C1 и C2) и тормозными резисторами (RB1 и RB2) в случае, если контактная сеть не может принять всю энергию электрического торможения.

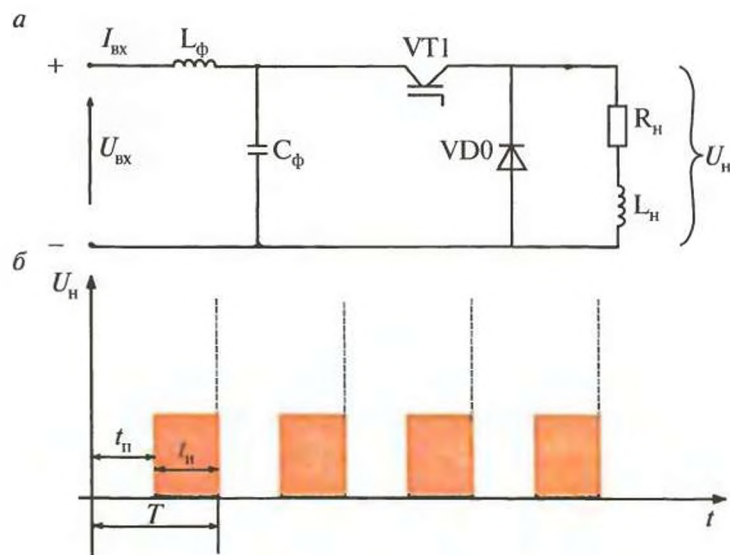


Рис. 5.17. Упрощенная схема импульсного регулятора напряжения (а) и диаграмма выходного напряжения, поясняющая принцип его работы (б)

Как видно из рис. 5.17, период работы ИР T состоит из двух интервалов: времени импульса $t_{и}$ и времени паузы $t_{п}$:

$$T = t_{и} + t_{п}.$$

Отношение времени импульса к периоду выходной частоты называется коэффициентом заполнения λ :

$$\lambda = \frac{t_{и}}{T}.$$

В этом случае выходное напряжение может быть рассчитано по формуле

$$U_{н} = U_{вх} \lambda.$$

Как видно из рис. 5.18, в интервале паузы при активно-индуктивном характере нагрузки образуется контур сброса тока нагрузки через обратный диод VD0. В интервале импульса он запирается приложенным к нему обратным напряжением.

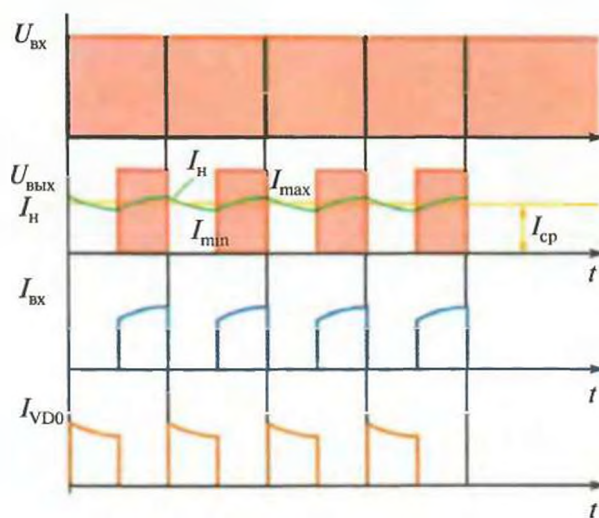


Рис. 5.18. Осциллограмма токов и напряжений ИР при непрерывном токе нагрузки

5.1.4. Конструкция и параметры тягового преобразователя

Контейнеры тяговых преобразователей расположены на головных вагонах (А и В), которые являются моторными. В контейнере имеется два комплекта тяговых преобразователей, каждый из которых питает двигатели своей тележки. Каждый 4QS-регулятор подключен к своей обмотке тягового трансформатора. Выходы четырехквadrантных регуляторов разомкнуты, каждый из них питает свой промежуточный контур. С шинами промежуточного контура соединены следующие узлы:

- тормозной регулятор с тормозным резистором (чтобы иметь возможность погасить энергию электрического торможения в случае невозможности передать ее в контактную сеть);
- конденсатор промежуточного контура, служащий в качестве промежуточного накопителя для сглаживания пульсаций напряжения промежуточного контура;
- автономный инвертор напряжения;
- преобразователь собственных нужд с зарядным устройством аккумуляторных батарей.

В связи с наличием в схемах преобразователей конденсаторов возможно сохранение на них заряда даже при отключении преобразователей от сети. Схемой преобразователей предусмотрены цепи разряда, однако в случае выхода их из строя (например, при механических повреждениях контейнера, ослабившихся болтовых соединениях, обгорании проводов) опасные напряжения могут сохраняться в течение нескольких часов. Для принудительного заземления элементов преобразователя предусмотрены шаровые наконечники, показанные на рис. 5.19.

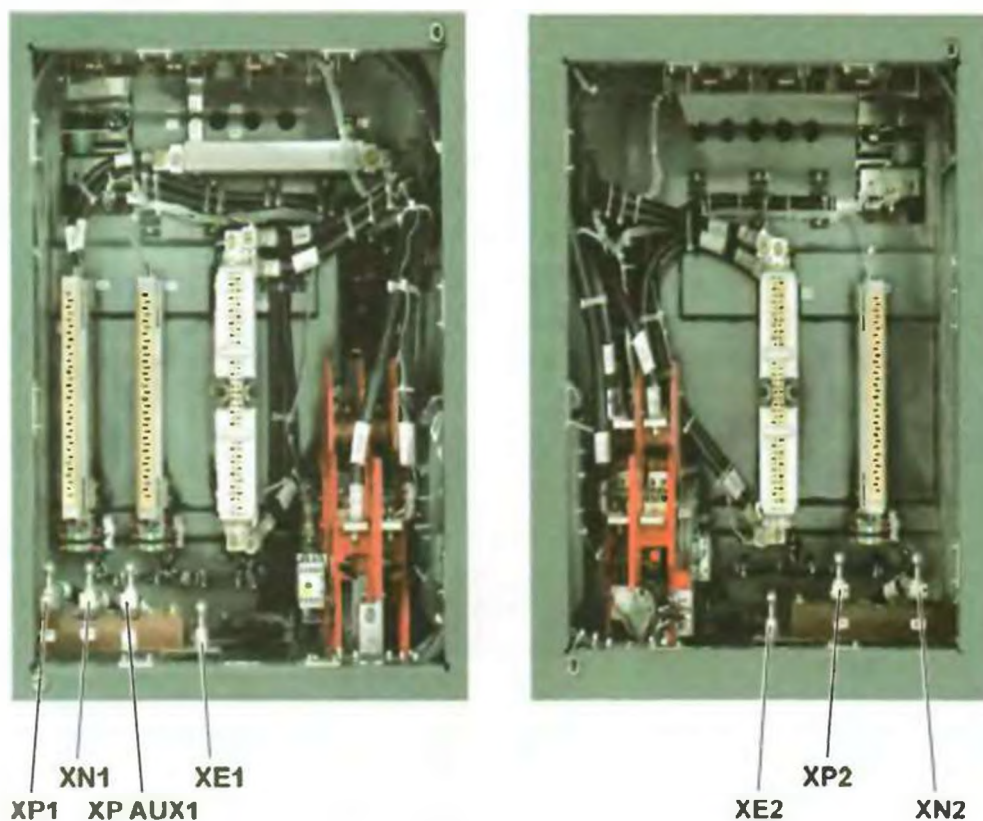


Рис. 5.19. Положение заземляющих шаровых наконечников преобразователя:
XE1, XE2 — заземления корпуса; XN1, XN2 — отрицательные разъемы промежуточного контура;
XP1, XP2, XP AUX1 — положительные разъемы промежуточного контура

Основные технические данные преобразователей приведены ниже.

Технические характеристики четырехквadrантного регулятора

Номинальное входное напряжение переменного тока, В.....	1670
Номинальное входное напряжение постоянного тока, В.....	3000
Диапазон входного напряжения переменного тока, В.....	1268—1935
Диапазон входного напряжения постоянного тока, В.....	2100—4005
Частота переменного напряжения на входе, Гц.....	50
Частота коммутаций биполярных транзисторов, Гц.....	300, 450
Максимальный входной ток (режим тяги, эффективное значение), А.....	583
Максимальный входной ток (режим торможения, эффективное значение), А.....	351

Технические характеристики автономного инвертора напряжения

Номинальный выходной ток (режим тяги), А.....	435
Номинальный выходной ток (режим торможения), А.....	306
Максимальная частота коммутаций IGBT-транзисторов, Гц.....	500
Напряжение в промежуточном контуре (тяга), В.....	2700—3600
Напряжение в промежуточном контуре (торможение), В.....	3000—3600

Технические характеристики тягового преобразователя

Тип охлаждения транзисторов.....	жидкостное
Смесь хладагента (объемный %) Antifrogen/вода	60/40
Расход хладагента, л/мин.....	130
Максимальная температура подаваемого хладагента, °С.....	55
Длина, мм.....	2397
Ширина, мм.....	3290
Высота, мм.....	841
Вес, кг.....	1650

Контейнеры, в которых под вагонами А и В установлены тяговые преобразователи, закрыты кожухами. Нумерация кожухов приведена на рис. 5.20 и 5.21.

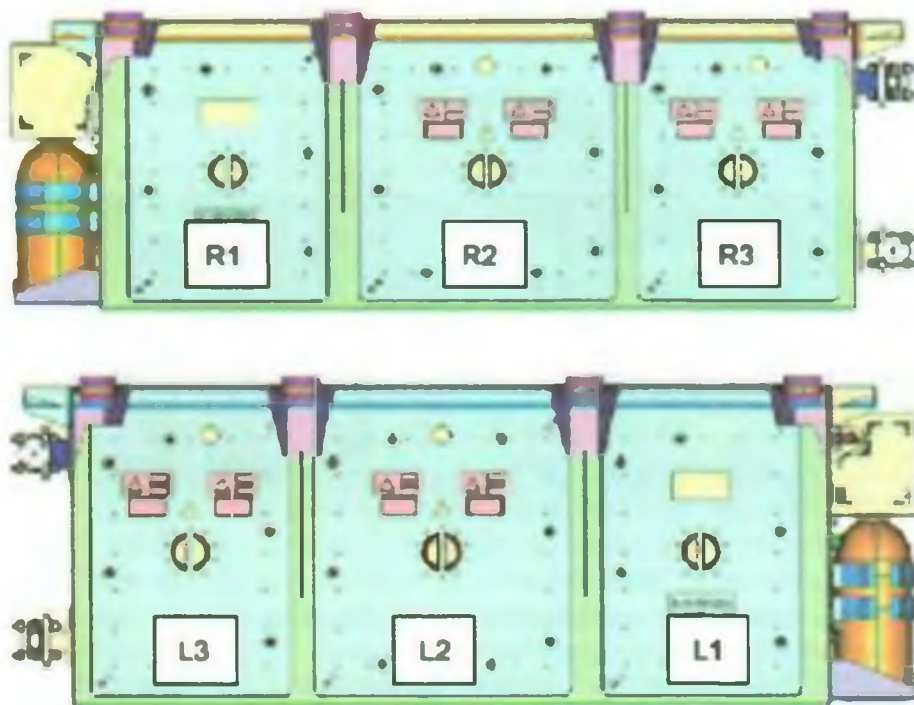


Рис. 5.20. Нумерация боковых кожухов тягового преобразователя:

L1 — левый боковой кожух 1; L2 — левый боковой кожух 2; L3 — левый боковой кожух 3; R1 — правый боковой кожух 1; R2 — правый боковой кожух 2; R3 — правый боковой кожух 3

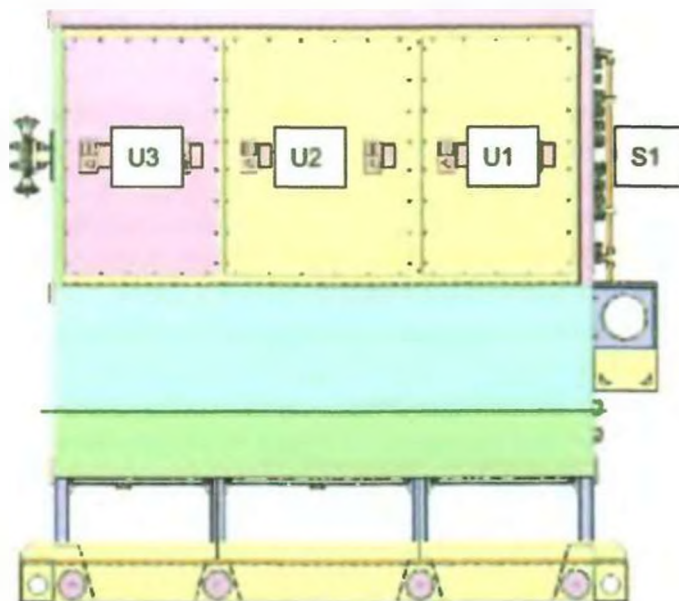


Рис. 5.21. Нумерация кожухов основания и торцевых кожухов:

S1 — торцевой кожух 1; U1 — кожух основания 1; U2 — кожух основания 2; U3 — кожух основания 3

На рис. 5.22 показано расположение основных элементов внутри контейнера тягового преобразователя.

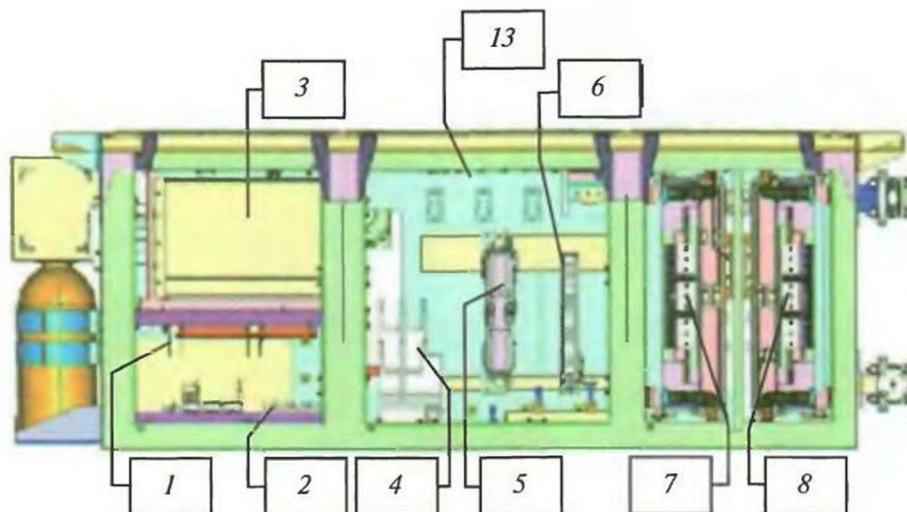


Рис. 5.22 (начало). Расположение основных элементов внутри контейнера тягового преобразователя:
 1 — зарядный резистор (-R20); 2 — источник питания модулей IGBT 110 В (-K210); 3 — блок управления приводом (-K200); 4 — системный переключатель (-Q2); 5 — сетевой контактор (-Q20); 6 — контактор зарядки (-Q200); 7 — фазовый модуль 4QS-преобразователя (-K2); 8 — фазовый модуль АИН (-K21); 9 — фазовый модуль АИН (-K21); 10 — фазовый модуль 4QS-преобразователя (-K1); 11 — размыкающий контактор ПСН (-Q85); 12 — контактор зарядки (-Q100); 13 — сетевой контактор (-Q10); 14 — системный переключатель (-Q1); 15 — источник питания модулей IGBT 110 В (-K110); 16 — блок управления приводом (-K100)

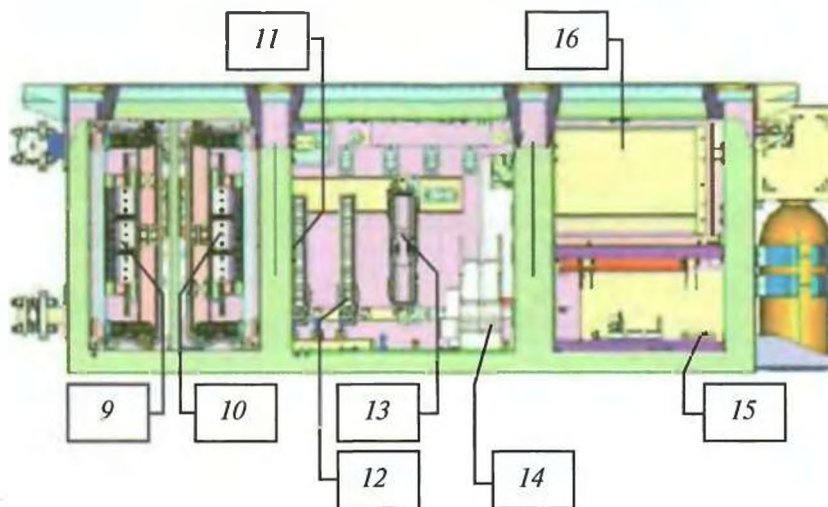


Рис. 5.22 (окончание)

Между источником питания и входным контуром тягового преобразователя устанавливается сетевой контактор. Параллельно сетевому контактору подсоединено зарядное устройство, состоящее из высокоомного резистора зарядки и контактора зарядки, как показано на рис. 5.23.

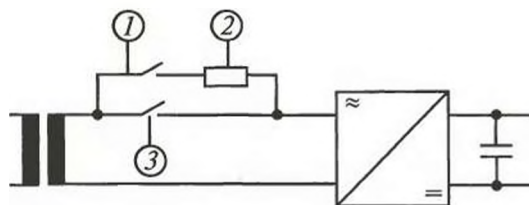


Рис. 5.23. Подключение сетевого контактора и зарядного устройства:
1 — контактор зарядки; 2 — резистор зарядки; 3 — сетевой контактор

Зарядное устройство перед включением тягового преобразователя выполняет следующие функции:

- предварительная зарядка конденсатора промежуточного контура;
- предварительная зарядка конденсатора фильтра.

Такое схемное решение применяется для исключения колебательного заряда конденсаторов. Как известно из электротехники, при включении RLC-цепи на постоянное напряжение возможен как апериодический, так и колебательный заряд конденсатора (рис.

5.24). Вид процесса зависит от параметров цепи. Если $R > R_{\text{крит}}$, где $R_{\text{крит}} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, то процесс будет носить апериодический характер. Если наоборот — колебательный. При колебательном заряде силовых конденсаторов напряжение на них может кратковременно равняться двойному напряжению питающей сети. Зарядка силовых конденсаторов через высокоомные резисторы (которые потом шунтируются) позволяет избежать перенапряжения на элементах схемы и их перегрузки ударными токами заряда.

Сетевой контактор замыкается только тогда, когда напряжение на конденсаторах достигает определенного процентного значения от теоретически предельной величины. Для разряда конденсаторов после отключения преобразователя параллельно им подключены высокоомные разрядные резисторы. Однако разряд конденсаторов через резисторы может занимать весьма продолжительное время.

Все полупроводниковые преобразователи, входящие в состав тягового контейнера, собраны на фазовых модулях, основой которых являются IGBT-модули (по два после-

довательно соединенных транзистора в каждом). Упрощенная схема IGBT-модуля приведена на рис. 5.25.

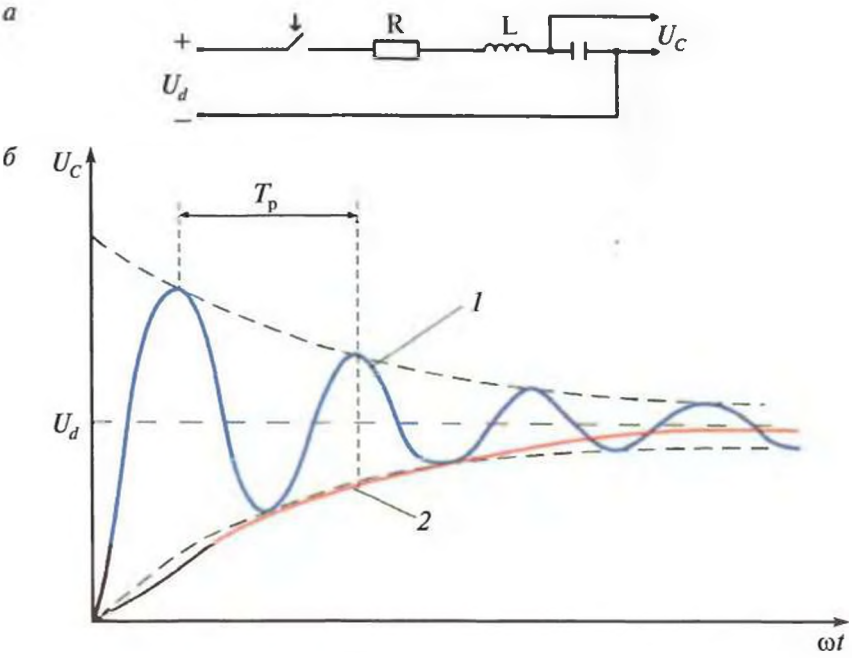


Рис. 5.24. Подключение RLC-цепи к источнику постоянного напряжения:
a — схема включения RLC-цепи на постоянное напряжение; *б* — изменение напряжения на конденсаторе при колебательном характере заряда; T_p — период собственных колебаний; U_C — напряжение на конденсаторе; U_d — напряжение источника питания; 1 — колебательный заряд $R < R_{\text{крит}}$ ($Q > 1/2$); 2 — аperiodический заряд $R > R_{\text{крит}}$ ($Q < 1/2$)

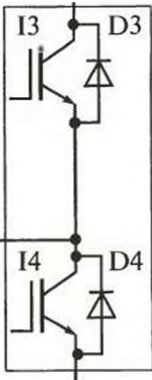


Рис. 5.25. Упрощенная принципиальная схема IGBT-модуля

Фазовые модули имеют жидкостное охлаждение. В качестве охлаждающего вещества используется смесь воды и антифриза (Antifrigen N) в соотношении 40/60. Для противодействия коррозии в хладагент добавлены специальные присадки — ингибиторы. Зависимость температуры замерзания от объемной концентрации смеси воды и Antifrigen N приведена в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Зависимость температуры замерзания от объемной концентрации смеси воды и антифриза

Объемная концентрация смеси воды и Antifrigen N	Температура замерзания, °C
40/60	–50
44/56	–43
50/50	–35
56/44	–29
60/40	–25

Фазовые модули рассчитаны на напряжение 3000 В в промежуточном контуре. Каждый фазовый модуль состоит из одного или нескольких ответвлений полумостов. Каждое ответвление полумоста в свою очередь включает определенное количество модулей биполярных транзисторов с изолированным затвором. Внешний вид различных фазовых модулей представлен на рис. 5.26—5.28.

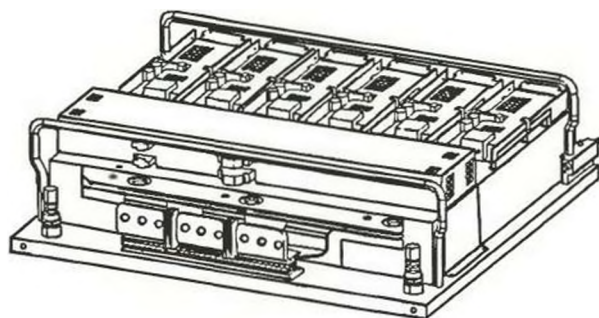


Рис. 5.26. Фазовый модуль SIBAC ST-3000WL
(количество ответвлений полумостов — 3;
количество модулей IGBT на ответвление — 2)

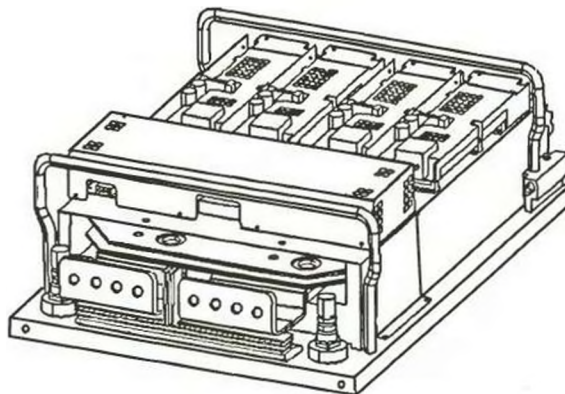


Рис. 5.27. Фазовый модуль SIBAC SD-3000WL2
(количество ответвлений полумостов — 2;
количество модулей IGBT на ответвление — 2)

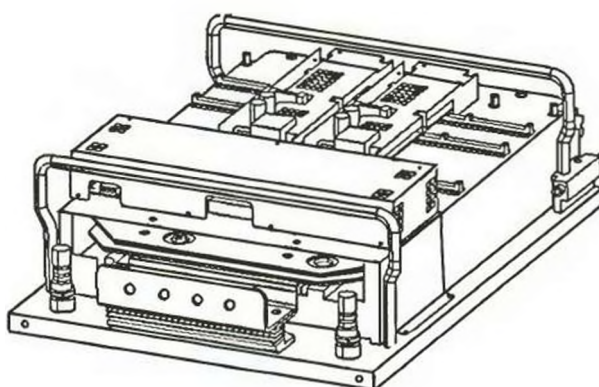


Рис. 5.28. Фазовый модуль SIBAC SP-3000WL2
(количество ответвлений полумостов — 1;
количество модулей IGBT на ответвление — 4)



Рис. 5.29. Гидравлический разъем
фазового модуля

Модули преобразователя включаются в контур охлаждения с помощью гидравлических разъемов (рис. 5.29).

6. БОРТОВАЯ СЕТЬ СОБСТВЕННЫХ НУЖД

Перед тем как начать рассматривать архитектуру и компоненты бортовой сети собственных нужд электропоезда «Ласточка», обратим внимание на технические требования, которые предъявляются к данной подсистеме.

Чтобы облегчить техническое обслуживание в процессе эксплуатации, необходимо обеспечить возможность быстрой замены узлов, предохранителей, модулей и вставных блоков без специальных инструментов. Для этого все компоненты бортовой сети обладают следующими качествами:

- модульная конструкция;
- легкая доступность и заменяемость узлов, чаще выходящих из строя (доступ к данным узлам в подвагонном пространстве осуществляется посредством боковых крышек);
- возможность проведения сервисного обслуживания без демонтажа оборудования;
- легкая доступность измерительных и заземляющих точек;
- кабели проложены таким образом, что они не мешают демонтажу компонентов;
- все предохранители находятся за сервисными крышками и легко доступны;
- электрические узлы и штекерные соединения устроены так, что при техническом обслуживании исключено неправильное подсоединение.

При соблюдении указанных требований на этапе проектирования обеспечивается возможность оперативного вмешательства технического персонала для устранения неисправностей, что повышает эффективность работы как отдельных узлов, так и поезда в целом.

6.1. Питание сети собственных нужд

Основным элементом, обеспечивающим питание сети электрической энергией установленных параметров, является преобразователь собственных нужд (ПСН).

Штатное питание бортовой электросети (преобразователей собственных нужд) происходит через промежуточные контуры тяговых преобразователей. Они в свою очередь запитываются в соответствии с двумя возможными вариантами (в зависимости от рода тока в контактной сети):

- в сети постоянного тока напряжение $U = 3$ кВ подается напрямую от контактного провода через сетевые дроссели;
- в сети переменного тока напряжение $U = 25$ кВ подается через тяговый трансформатор и четырехквadrантные (4QS) регуляторы в тяговом оборудовании (рис. 6.1).

В случае отсутствия питания контактной сети (неисправность контактной сети, проследование нейтральной вставки и т.д.) бортовая электросеть может быть запитана от тяговых двигателей, работающих в генераторном режиме. Это реально до определенной скорости, например в местах разделения фаз сети 25 кВ.

Номинальная мощность бортовой сети обеспечивается при величине напряжения контактной сети $U > 2,2$ кВ в системе постоянного тока и $U > 19$ кВ в системе переменного тока.

Кроме того, если параметры питающего напряжения в контактной сети лежат вне планового диапазона ($U = 2,1—4,005$ кВ для постоянного тока, $U = 19—29$ кВ для переменного тока), то работа бортовой сети не представляется возможной, так как алгоритм работы ПСН в таком случае не предусматривает формирование выходного напряжения заданных параметров.

Максимальная мощность согласно технической характеристике должна достигаться в диапазонах напряжений, представленных на рис. 6.2 и 6.3.

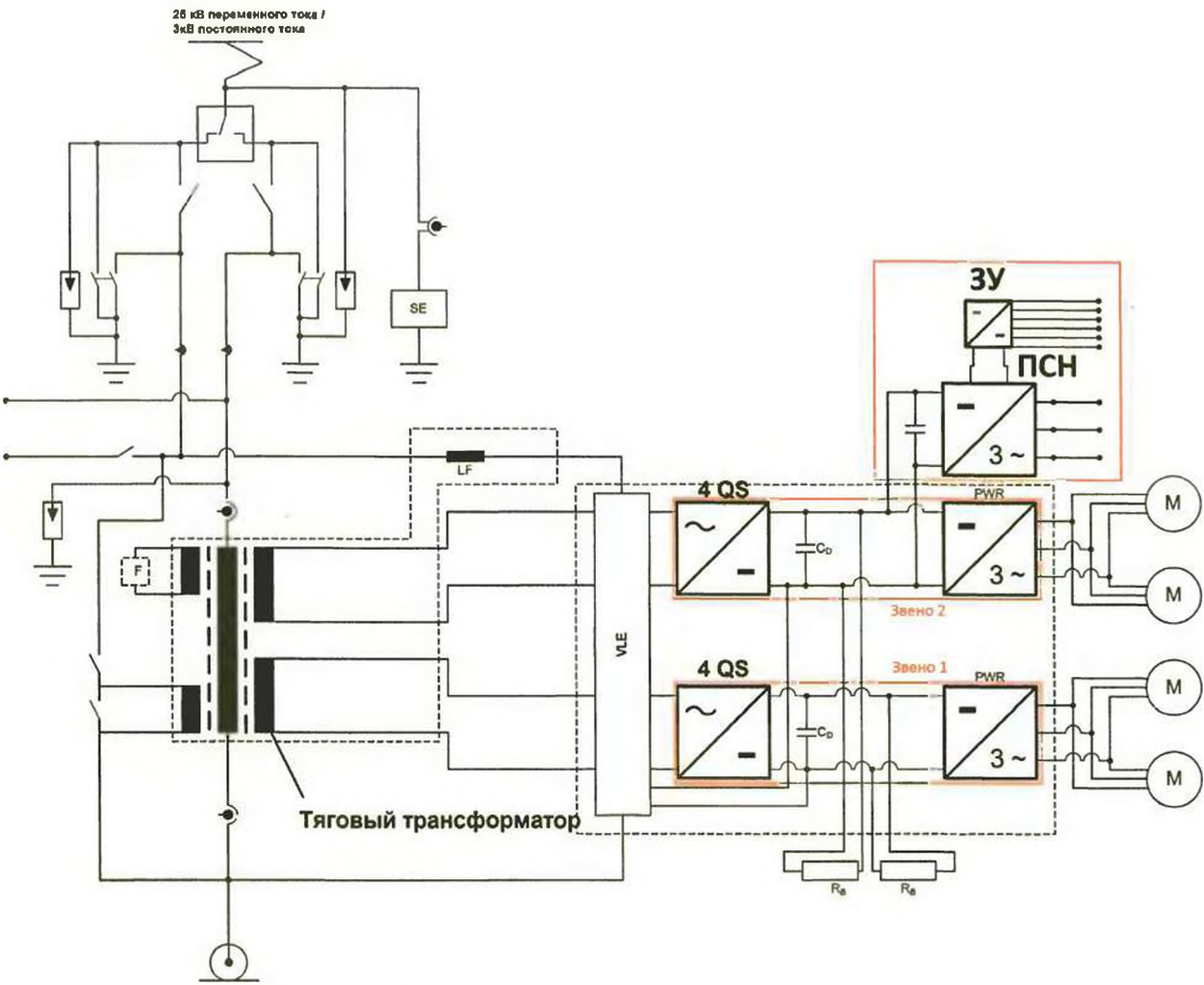


Рис. 6.1. Питание преобразователей собственных нужд

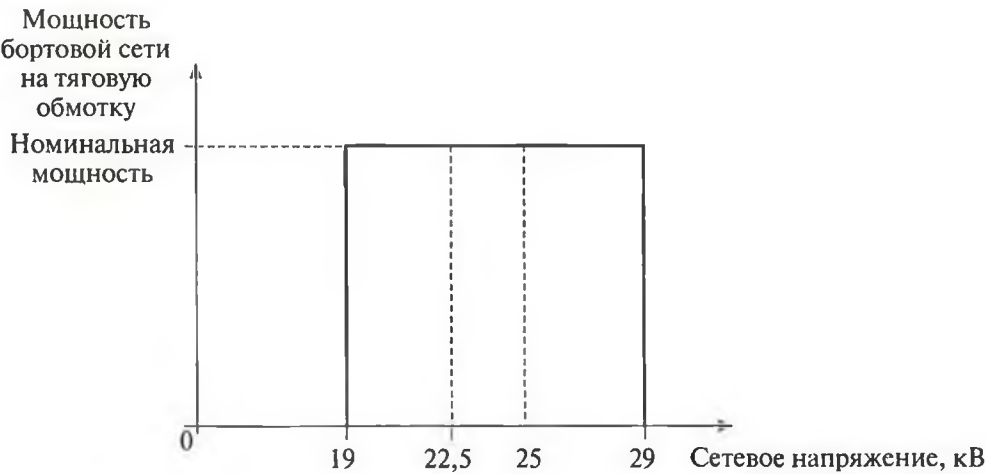


Рис. 6.2. График зависимости мощности бортовой сети для тяговой обмотки от напряжения в сети (для сетей переменного тока 25 кВ, 50 Гц)

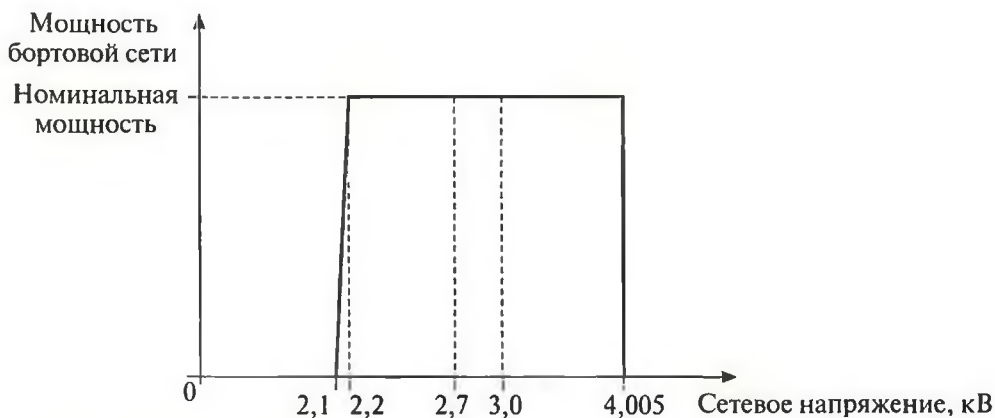


Рис. 6.3. График зависимости мощности бортовой сети для отдельного сетевого фильтра от напряжения в сети (для сетей постоянного тока 3 кВ)

6.2. Конфигурации бортовой сети собственных нужд

В подвагонном пространстве моторных вагонов (А и В) находится монтажный контейнер импульсного инвертора, в котором располагаются два модуля тягового преобразователя, один модуль ПСН и устройство для зарядки аккумуляторных батарей (ЗУ).

Преобразователь собственных нужд подключен к промежуточному контуру звена 2 одного из модулей тягового преобразователя, от которого осуществляется его питание (см. рис. 6.1, рис. 6.4). Таким образом, функции по защите, контролю, а также эксплуатации (разрядка промежуточного контура) преобразователей собственных нужд осуществляются системой управления тяговым преобразователем.

Выходы обоих ПСН синхронизированно подают питание в поездную шину трехфазного переменного тока $U = 380$ В, 50 Гц, проходящую по всему поезду. Шина в свою очередь осуществляет питание всех энергоемких потребителей в отдельных вагонах.

Техническое устройство данной поездной шины предусматривает возможность вмешательства в ее работу в случае возникновения неисправностей. Так, при коротком замыкании на участке кабеля межевагонного соединения локомотивной бригаде или другому техническому персоналу следует отсоединить этот участок, после чего может быть восстановлено энергоснабжение. Шина делится на две энергонезависимые части, поэтому, если выходит из строя соответствующий преобразователь собственных нужд или узлы, обеспечивающие его питание, обесточивается одна из частей шины.

При коротком замыкании на участке шины, располагающемся во внутрикузовных кабельных каналах, необходимо произвести отключение соответствующего вагона от кабелей межевагонных соединений данной шины с обеих сторон, что производится локомотивной бригадой или другим техническим персоналом. В этом случае энергоснабжение на изолированном участке не восстанавливается, а выход из строя одного из ПСН также приводит к отключению питания соответствующей части шины.

При запуске поезда управление включением и нагрузкой трехфазным переменным током (за исключением нагрузки климатической установки, так как она управляется собственной системой) реализуется через центральный блок управления (ЦБУ).

Энергоснабжение однофазным переменным током 220 В, 50 Гц, осуществляется повагонно разделительными трансформаторами (Тр-р) из трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц. На каждый вагон предусмотрено по восемь розеток в пассажирском салоне.

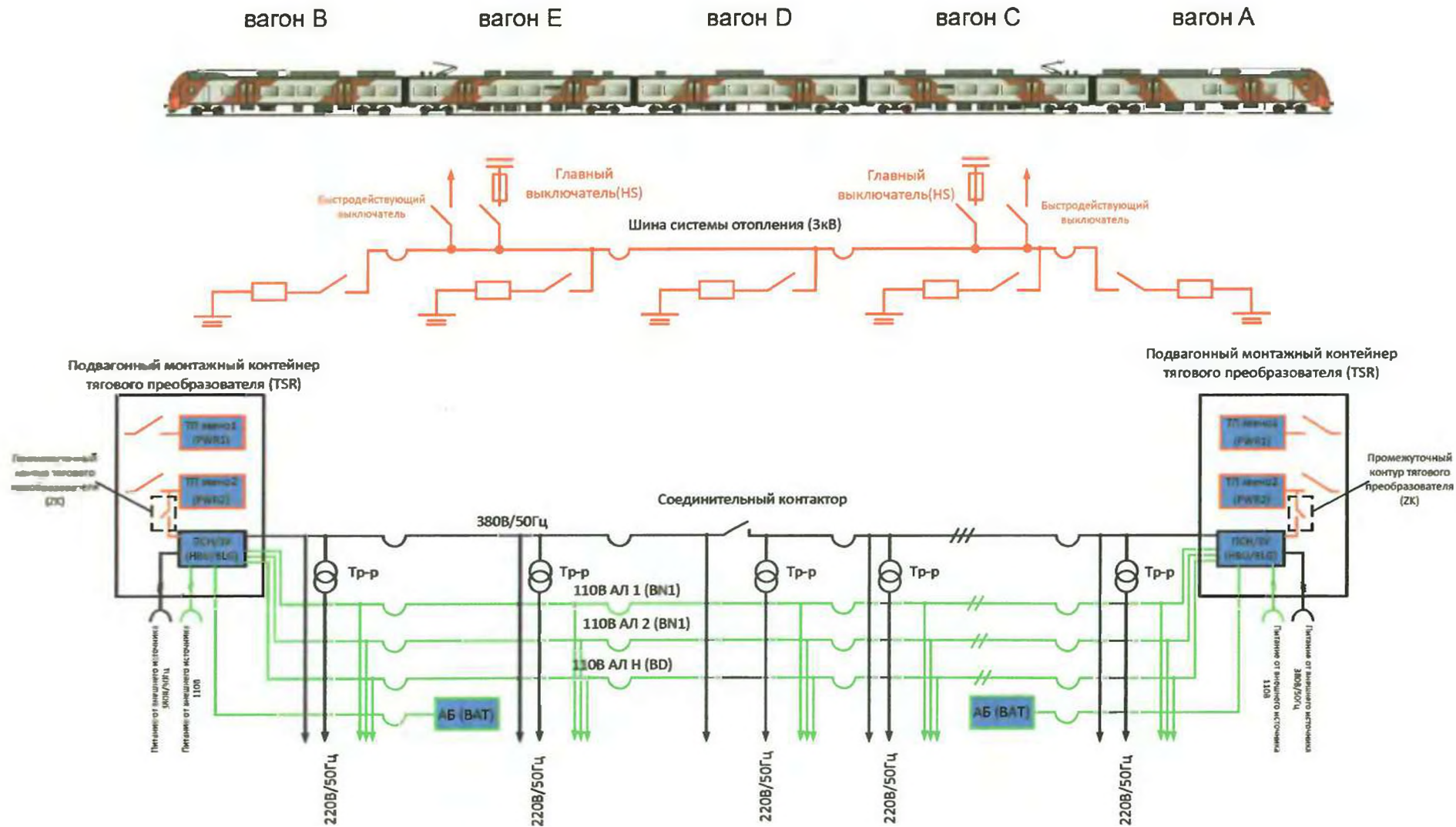


Рис. 6.4. Принципиальная схема бортовой сети собственных нужд

Следующим важным узлом бортовой сети является зарядное устройство аккумуляторных батарей (АБ). ЗУ получают питание от шины трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц, и осуществляют питание аккумуляторных батарей, а также системы постоянного тока 110 В и связанных с ней потребителей. Система постоянного тока 110 В состоит из нескольких поездных шин (АЛ Н, АЛ1 и АЛ2), обеспечивающих подачу питания по всему поезду. Конструктивно данные шины выполнены так же, как и шина переменного тока. Каждая отдельная шина постоянного тока 110 В при коротком замыкании в кабеле междвагонного соединения может быть отсоединена локомотивной бригадой или другим техническим персоналом, после чего энергоснабжение может быть восстановлено.

Если происходит короткое замыкание на участке шины, пролегающем по внутрикузовным кабельным каналам, соответствующий вагон может быть отсоединен от обоих концов междвагонного соединения локомотивной бригадой или другим техническим персоналом путем отключения соответствующей шины постоянного тока 110 В. Энергоснабжение вагона с неисправным участком в данном случае невозможно. Отметим также, что в случае деления шин на энергонезависимые участки выход из строя одного из ЗУ приведет к последствиям, аналогичным последствиям выхода из строя одного из ПСН при работе с трехфазной поездной шиной.

Некоторые специальные приборы требуют питания напряжением 24 В постоянного тока. Каждый подобный прибор оснащен преобразователем напряжения постоянного тока (из 110 В в 24 В). В рамках бортовой сети они в комплекте с приписанными к ним преобразователями ведут себя как потребители напряжения 110 В и соответствующим образом распознаются системой управления. Речь идет о следующих устройствах:

- приборы наружного освещения;
- приборы внутреннего аварийного освещения;
- установка пожарной сигнализации;
- устройства видеосистемы.

Наиболее маломощные бортовые приборы требуют питания напряжением 12 В постоянного тока. Каждый из этих приборов оснащен преобразователем напряжения постоянного тока (из 110 В в 12 В). В бортовой сети они ведут себя аналогично приборам, питающимся от 24 В (как потребители напряжения 110 В, соответствующим образом распознаваемые системой управления). К таким приборам относятся видеокамеры системы внутреннего и наружного наблюдения.

Сети постоянного тока 110 В и трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц, выполнены в виде ИТ-сетей с контролем изоляции, который осуществляется в ПСН/ЗУ.

Необходимо отметить, что в поездах «Ласточка» существует отопительная шина высокого напряжения. Эта шина получает питание в режиме постоянного тока из контактной сети, а в режиме переменного тока — из вторичной обмотки (обмотки отопления) тягового трансформатора и предоставляет часть мощности для отопления в каждый вагон. Другая часть поступает от шины трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц. Мощность высоковольтных отопительных устройств должна быть достаточной для обеспечения минимально допустимой температуры в салоне в случае выхода из строя преобразователя собственных нужд.

6.3. Распределение системы постоянного тока

Рассмотрим подробнее бортовую систему постоянного тока. Уровень 110 В постоянного тока делится:

- на АЛ Н (BD) — аккумуляторную линию «Прямо от батареи»;
- АЛ1 (BN1) — аккумуляторную линию «Стандарт 1»;
- АЛ2 (BN2) — аккумуляторную линию «Стандарт 2» (см. рис. 6.4).

Эти уровни питания называются также аккумуляторными шинами. Их питание осуществляется от зарядного устройства аккумуляторных батарей или непосредственно от

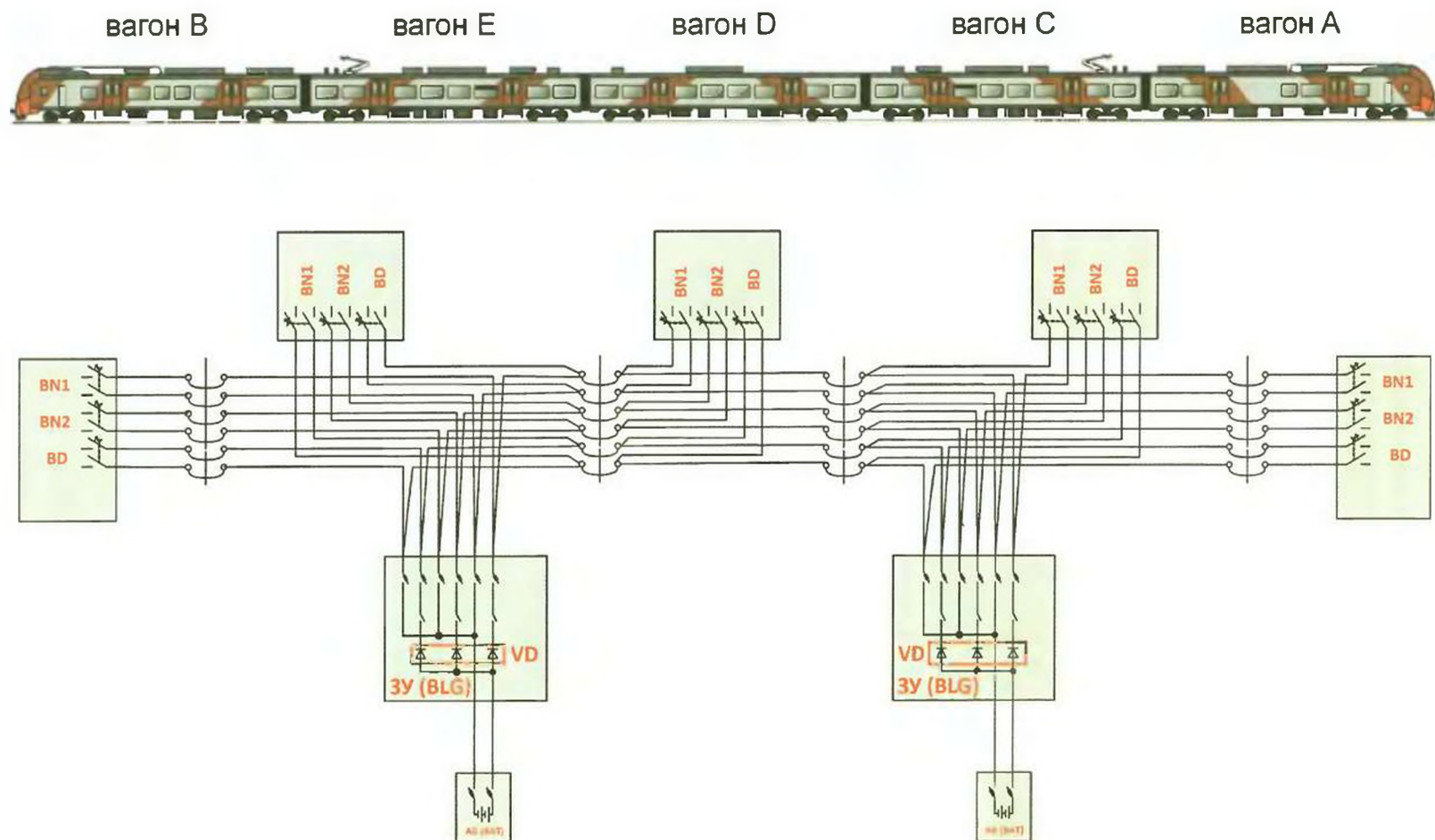


Рис. 6.5. Принципиальная схема распределения сети постоянного тока

аккумуляторных батарей при отсутствии питания из контактной сети. Аккумуляторные шины отсоединены от аккумуляторной батареи с помощью разъединительных диодов VD, что предотвращает возможность возникновения уравнильных токов между аккумуляторными батареями (рис. 6.5).

Для управления функциональным состоянием аккумуляторных батарей (через их главные контакторы) предусмотрены следующие элементы в зоне кабины машиниста:

- переключатель -НС-S01 (трехпозиционный переключатель «Аккумуляторная батарея Вкл./0/Выкл.»);

- переключатель -НС-S02 («Аварийные системы на АЛ Н»);

- главный выключатель аккумуляторной батареи -НС-S03 («Отключение АЛ Н»).

Включение (по всему составу) контакторов аккумуляторных батарей осуществляется вручную посредством установки поворотного переключателя в положение «Вкл.» по управляющим линиям. Все шины постоянного тока 110 В подключаются только в случае достаточного напряжения аккумуляторных батарей.

Отключение шин АЛ1 и АЛ2 производится вручную путем установки поворотного переключателя «Аккумуляторная батарея Вкл./0/Выкл.» в положение «Выкл.» (отключение происходит по всему составу) или с помощью автоматического режима отключения (отключение также происходит по всему составу).

Отключение шин АЛ Н осуществляется вручную посредством главного выключателя аккумуляторных батарей -НС-S03 (отключение происходит по всему составу) или автоматически системой защиты от низкого напряжения аккумуляторных батарей (отключение также происходит по всему составу).

Отключение шины АЛ Н может быть отложено на 30 с по сравнению с отключением шин АЛ1 и АЛ2. Отключение контакторов аккумуляторных батарей (при помощи переключателя -НС-S01 и выключателя -НС-S03) приводит к тому, что аккумуляторная батарея питает только свои цепи управления. В этом случае поезд готов к повторному включению аккумуляторной батареи и не использует ее энергию.

В табл. 6.1 представлены основные системы потребителей бортовой сети собственных нужд с характеристиками их питания.

Таблица 6.1

Основные системы потребителей бортовой сети собственных нужд

Система потребителей	Вид питания	Аппаратное обеспечение питания
Система напряжения для потребителей с высоким потреблением мощности (прежде всего это вспомогательные двигатели)	Трехфазный переменный ток 380 В (+6 %/–3 %), 50 Гц (+1 %)	При внешнем питании — трехфазный источник переменного тока 380 В, 50 Гц, при штатном питании — трехфазный ПСН 380 В, 50 Гц
Системы напряжения розеток пассажирского салона	Однофазный переменный ток 220 В (+6 %/–5 %), 50 Гц (+1 %)	Через разделительные трансформаторы
Система постоянного напряжения с питанием от АБ	Постоянный ток 110 В (+25 %*/–30 %) по стандарту EN50155	Через зарядное устройство аккумуляторных батарей

Примечание. Указанные в скобках значения отображают статические допустимые отклонения для потребителей.

* Отсутствует необходимость повышенного напряжения для заряда аккумуляторной батареи при низких температурах, так как аккумуляторная батарея благодаря своим техническим параметрам достигает и при температуре в –40 °С 30 % необходимой номинальной емкости.

6.4. Баланс мощности переменного тока

Рассмотрим особенности работы бортовой сети при выходе из строя одного из ПСН.

Существуют следующие суммарные балансы в нормальном режиме: 290 кВ·А на поезд в режиме отопления, 286 кВ·А на поезд в режиме охлаждения.

В резервном режиме, т.е. при выходе из строя одного преобразователя собственных нужд, дальнейшее питание бортовой сети переменного тока осуществляется через оставшийся ПСН. При этом подача питания снижается только для потребителей, отвечающих за комфорт (части системы отопления). Питание главных воздушных компрессоров, системы охлаждения тягового оборудования и зарядных устройств остается на обычном уровне.

Активное управление энергообеспечением позволяет максимально использовать имеющуюся мощность в резервном режиме. Это обеспечивается путем измерения выходного тока преобразователей собственных нужд: при превышении максимального выходного тока производится снижение мощности климатической установки.

6.5. Баланс мощности постоянного тока

Рассмотрим особенности работы бортовой сети при выходе из строя обоих ПСН либо при отсутствии питания ПСН.

При отказе шины 380 В, 50 Гц, например вследствие перебоя напряжения в контактной сети или при отключении всех главных выключателей, режим зарядки завершается. Заряженные аккумуляторные батареи начинают осуществлять питание аккумуляторных шин.

Граничные условия, такие как, например, уровень заряда, температура внутренних ячеек, старение батареи и т.д., влияют на рабочую емкость батареи.

Центральный блок управления (ZSG) регулирует нагрузку путем целенаправленного отключения потребителей и тем самым влияет на процесс разрядки. Это должно происходить в определенной последовательности (ступень 1, ступень 2) при действии подчиненной функции контроля минимального напряжения. Для этого центральный блок управления в качестве задающего параметра должен использовать напряжение на аккумуляторных шинах. Предусматривается следующий регулируемый по времени профиль отключения (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Ступенчатый профиль отключения

Временной диапазон	Включенные потребители
Ступень 1: 0—5 мин	Все потребители постоянного тока 110 В
Ступень 2: 5—90 мин	Важные устройства управления; интерфейсы «человек—машина», туалеты, наружные двери. Аварийные функции: аварийное освещение, система информирования пассажиров через динамики, поездная радиосвязь, головной/хвостовой сигнал наружного освещения, тифон, защита от юза/боксования

Дополнительно напряжение аккумуляторной батареи контролируется центральным блоком управления. При срабатывании функции контроля минимального напряжения (недостаточно заряженная АБ) в процессе реализации ступени 1 или ступени 2 в первую очередь отключаются потребители, не влияющие на безопасность движения, чтобы обеспечить максимально продолжительную работу потребителей, влияющих на безопасность движения (аварийное освещение, поездная радиосвязь). До конца профиля отключения по истечении 90 мин (глубокий разряд АБ) в любое время должна быть

предусмотрена возможность включения поезда. Чтобы питание аварийных функций (см. табл. 6.2) было обеспечено не на 90, а на 180 мин (для экономии энергии), контакторы аккумуляторных батарей в течение первых 30 мин должны быть отключены машинистом вручную с помощью переключателя «Аккумуляторная батарея Вкл./0/Выкл.». При отключении аккумуляторных шин АЛ1 и АЛ2 завершается ступень 2 профиля отключения. Происходит отключение важных систем управления, интерфейсов «человек—машина», туалетов, наружных дверей и аварийной вентиляции. При отключении питания дверей должна гарантироваться невозможность их открытия вручную с целью исключения травмоопасных ситуаций для пассажиров.

Для того чтобы аварийные системы (например, поездная радиосвязь, система информирования пассажиров через динамики, пожарная сигнализация и аварийное освещение) продолжали получать питание, переключатель S3 «Аварийные системы на АЛ Н» в кабине машиниста следует переключить так, чтобы системы, до этого получавшие питание от шины АЛ2, могли начать получать питание от шины АЛ Н. В результате происходит переключение питания соответствующих групп потребителей с помощью контакторов, находящихся в каждом вагоне. Другие аварийные системы (головной/хвостовой сигнал наружного освещения, тифон, защита от юза/боксования) получают питание в постоянном режиме от шины АЛ Н (рис. 6.6).

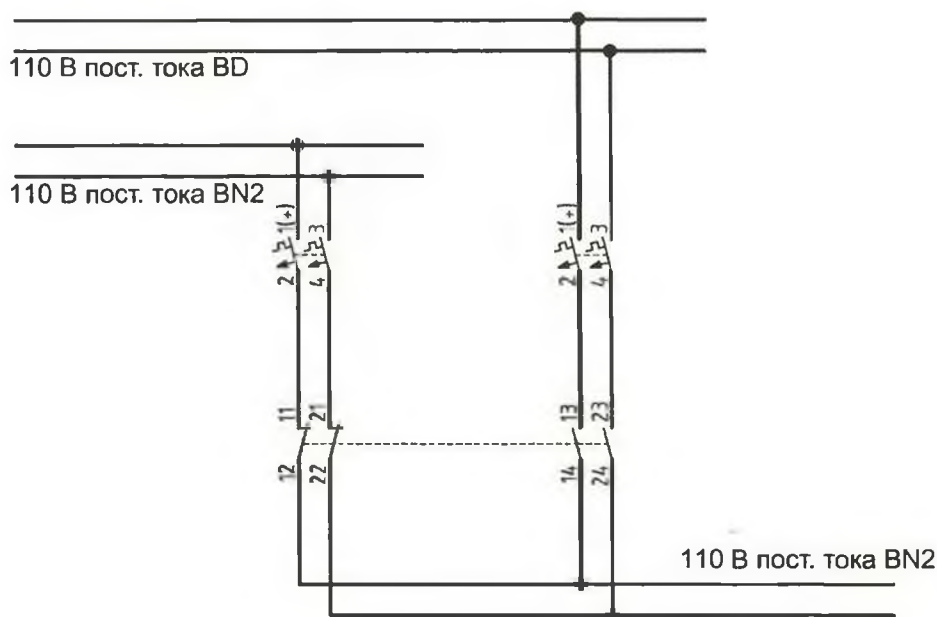


Рис. 6.6. Принципиальная схема переключения бортовой сети АЛ2/АЛ Н

Путем отключения контакторов аккумуляторных батарей (при помощи переключателя S1) и переключения аварийных систем на аккумуляторную линию «напрямую» (при помощи переключателя S2) расход электроэнергии от АБ 110 В постоянного тока снижается до минимума, что позволяет обеспечивать питание аварийных систем от аккумуляторной батареи как можно дольше. Во избежание полного разряда аккумуляторных батарей должно быть предусмотрено их отключение по минимально допустимому напряжению.

6.6. Питание бортовой сети от внешних источников

При нахождении поезда на техническом обслуживании, а также в случаях невозможности получения электроэнергии из контактной сети питание бортового оборудования собственных нужд осуществляется от внешних стационарных источников.

6.6.1. Электропитание от внешнего источника трехфазного переменного тока 380 В

Питание от внешнего источника действует только при активной системе управления.

Во время стоянки поезда бортовая сеть может питаться от стационарного источника трехфазного переменного тока 380 В (например, в депо). Для этого на вагоне А и вагоне В предусмотрена штепсельная розетка (300 А) на монтажном контейнере с ПСН (см. рис. 6.8).

При данном виде внешнего питания доступны следующие системы напряжения:

- сеть трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц;
- переменный ток 220 В, 50 Гц (через однофазные трансформаторы);
- постоянный ток 110 В (через зарядное устройство аккумуляторных батарей).

При осуществлении питания от внешнего трехфазного источника система управления ПСН через шину MVB сообщает системе управления высшего уровня о включенном штекере питания. Благодаря этому ЦБУ гарантирует, что токоприемник не может быть поднят.

6.6.2. Электропитание от внешнего источника постоянного тока 110 В

Во время стоянки поезда бортовая сеть постоянного тока 110 В также может получать питание от стационарного внешнего источника (например, в депо). Для этого на каждой группе аккумуляторных батарей имеется по одной штепсельной розетке на монтажном контейнере (рис. 6.7).

Во избежание перезарядки аккумуляторных батарей при высоких температурах (более 30 °С) максимальное зарядное напряжение в течение длительного времени не должно превышать 137,5 В.

При данном виде внешнего питания доступной системой напряжения является только постоянный ток напряжением 110 В.

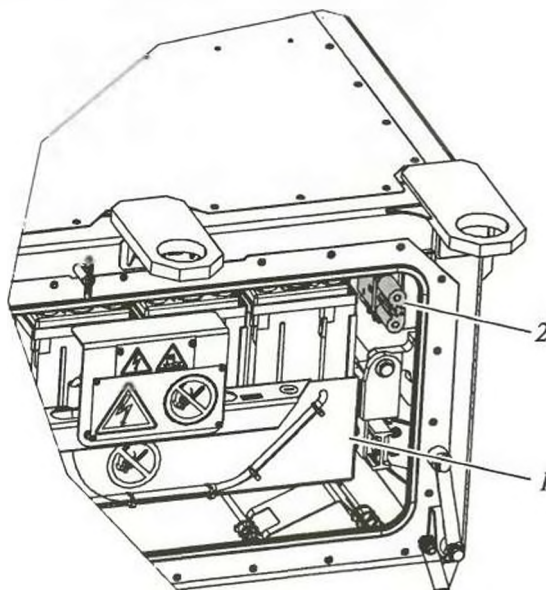


Рис. 6.7. Контейнер с аккумуляторными батареями (1) и штепсельная розетка питания от внешнего источника 110 В постоянного тока (2)

6.7. Основные компоненты бортовой сети собственных нужд

Рассмотрев систему и архитектуру бортовой сети, перейдем к устройству агрегатов, обеспечивающих ее работу.

6.7.1. Преобразователь собственных нужд (ПСН)

Основное назначение ПСН, как уже было сказано, — преобразовывать постоянный ток напряжением 3 кВ, поступающий из промежуточного контура тягового преобразователя, в напряжение трехфазного переменного тока 380 В для питания электрических потребителей.

Преобразователи собственных нужд со встроенным зарядным устройством аккумуляторных батарей расположены в монтажных контейнерах в подвагонном пространстве вагонов А и В.

После замыкания главного контактора АБ и включения ПСН при помощи центрального блока управления задающий модуль системы управления SIBCOS-M2500 и все системы управления преобразователем получают от аккумуляторной батареи питание постоянным током напряжением 110 В.

Благодаря высокочастотным преобразователям постоянно-постоянного тока (HUR) (рис. 6.8), трансформаторам (для гальванического разделения бортовой сети и промежуточного контура инвертора тяги) и мостовому выпрямителю входное напряжение постоянного тока преобразуется в регулируемое напряжение промежуточного контура $U = 650$ В постоянного тока. После достижения заданного напряжения на промежуточном контуре запускается подключенный к нему импульсный инвертор (PWR), который в свою очередь преобразует напряжение промежуточного контура в трехфазное напряжение переменного тока для двух выходов трехфазного переменного тока 380 В, 50 Гц (выход L1/выход L2, рис. 6.9).

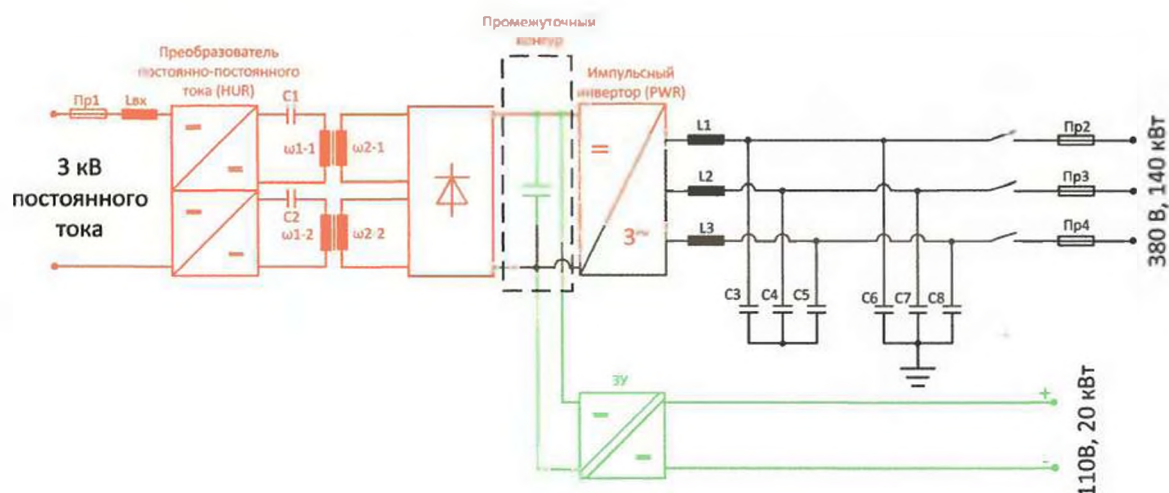


Рис. 6.8. Принципиальная схема преобразователя собственных нужд и подключения зарядного устройства аккумуляторных батарей

Расположенный со стороны выхода синусоидальный фильтр ЭМС обеспечивает выходные сигналы в форме синусоиды, которые через выходной контактор передаются в шину трехфазного переменного тока.

Бортовая сеть трехфазного переменного тока 380 В контролируется на короткое замыкание на землю. При срабатывании регистрации замыкания на землю раздается диагностический сигнал для технического обслуживания. Также предусмотрена защита от превышения максимально допустимой температуры ПСН и ЗУ.

Основные характеристики преобразователей собственных нужд приведены ниже.

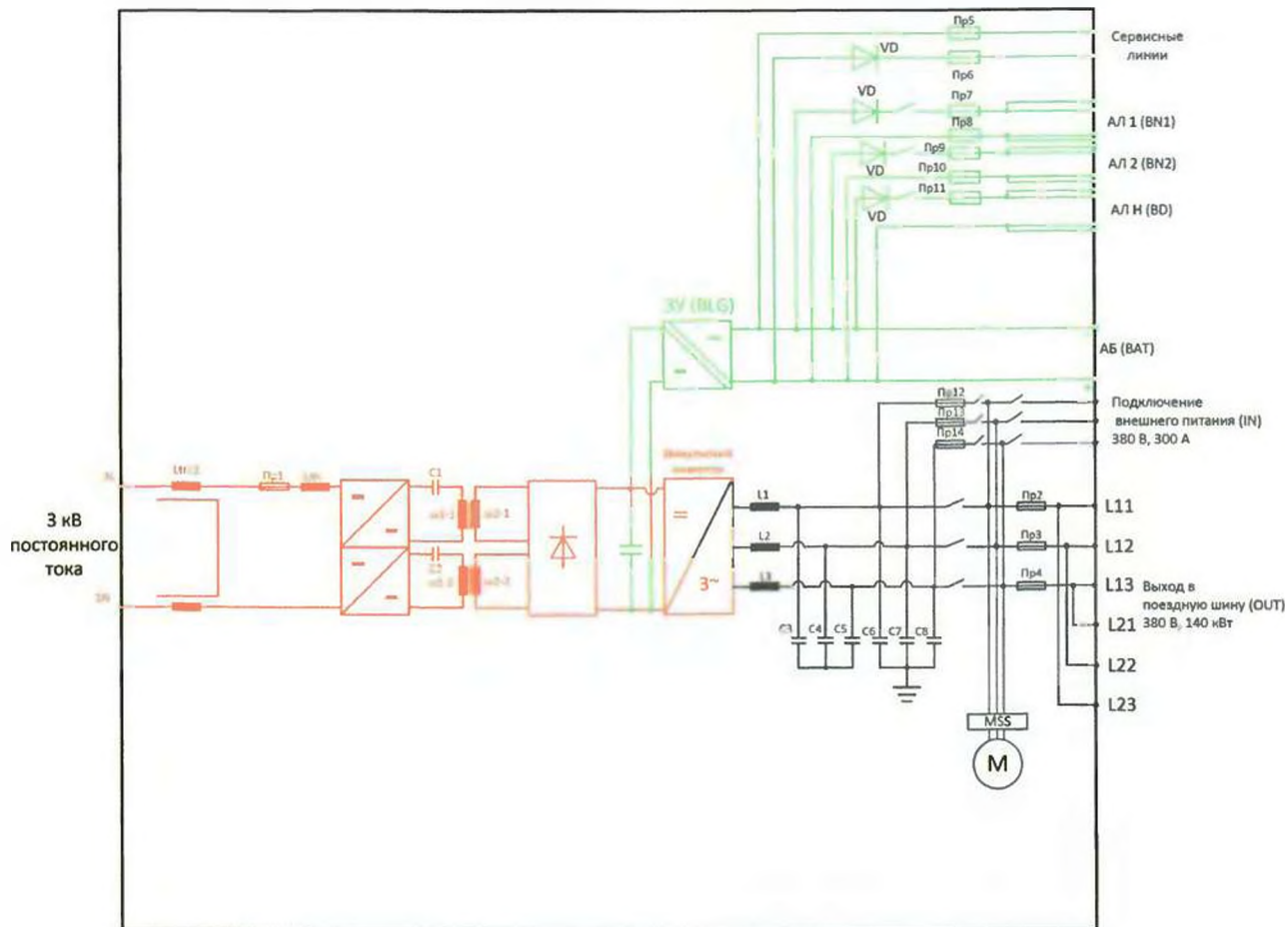


Рис. 6.9. Монтажный контейнер с интерфейсом разъемов подключения

Технические характеристики ПСН

Количество на один электропоезд	2
Размеры, мм	3326×1508×607
Масса, кг	950
Тип охлаждения	жидкостная система охлаждения
Входное напряжение, В, постоянный ток	от 2200 до 4005
Номинальное напряжение при питании от внешнего источника, В, трехфазный переменный ток	380±10 %
Номинальная частота при питании от внешнего источника, Гц	50
Максимальный входной ток при питании от внешнего источника, А	300
Номинальное выходное напряжение, В, трехфазный переменный ток	380 (статический допуск выходного напряжения -3/+6 %)
Выходная частота, Гц	50±1 %
Коэффициент нелинейных искажений выходного напряжения	<8 %
Ток на выходе, А:	
за 10 мс	660
за 10 с (полуторакратный номинальный ток)	387
в длительном режиме	258
Ограничение выходного тока, А, за 10 с	300
Выходная мощность, кВт·А	140

Преобразователь собственных нужд включает следующие компоненты:

- входная схема с входными клеммами и защитным диодом;
- модуль импульсного инвертора;
- синус-фильтр/фильтр ЭМС;
- выходные контакторы;
- микропроцессорная система управления;
- устройства защиты и контроля заземления шины трехфазного переменного тока 380 В;
- вентиляторы системы охлаждения.

Кроме того, контейнер с ПСН оборудован системой пожарной сигнализации. Внутри контейнера проложен линейный тепловой извещатель. В случае возникновения пожара при превышении заданной температуры срабатывания тревожной сигнализации он реагирует изменением сопротивления в электропроводке датчика.

Также контейнер с преобразователем собственных нужд оснащен газовой системой пожаротушения (азот). С наружной стороны ПСН находится 7,5-литровый баллон с газом, который имеет нажимной переключатель для контроля степени заполнения огнетушительного баллона и пусковое приспособление.

Находящийся внутри контейнера ПСН спринклер пожаротушения соединен через шланг высокого давления с огнетушительным баллоном, чтобы в случае пожара газ (азот) равномерно распределялся в контейнере.

6.7.2. Зарядное устройство аккумуляторных батарей (ЗУ)

Зарядное устройство аккумуляторных батарей, как уже было упомянуто, помещается в контейнере с ПСН. Питание ЗУ осуществляется регулируемым напряжением промежуточного контура ПСН с постоянным током $U = 650$ В.

Зарядное устройство аккумуляторных батарей осуществляет (рис. 6.10):

- энергоснабжение аккумуляторной шины «АБ напрямую» (ВД), непрерывное энергоснабжение потребителей постоянного тока, подключенных к данной шине;
- энергоснабжение аккумуляторной шины «АБ штатное», которая подключается через контакторы аккумуляторных батарей. Для повышения надежности питания определенных резервных потребителей (например, аварийного освещения) шина аккумуляторной батареи «АБ штатное» разделена на две шины (шина АЛ1 и шина АЛ2).

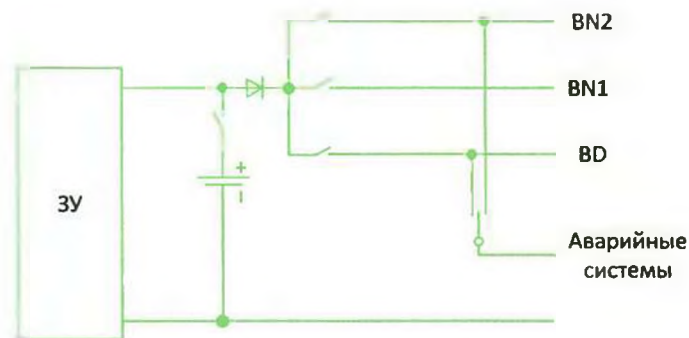


Рис. 6.10. Энергоснабжение от зарядного устройства АБ

ЗУ аккумуляторных батарей представляет собой элемент цепи питания модульной конструкции, в которой все компоненты расположены на пластине радиатора с жидкостным охлаждением, и преобразует напряжение промежуточного контура постоянного тока в постоянное выходное напряжение постоянного тока 110 В с разделением потенциалов.

Зарядное устройство аккумуляторных батарей включает следующие компоненты:

- схема входа с входными клеммами;
- модули ЗУ с принудительной вентиляцией;
- выходные предохранители распределения напряжения аккумуляторных батарей;
- главные контакторы аккумуляторных батарей;
- предохранители аккумуляторных батарей;
- диоды для разъединения зарядки аккумуляторных батарей;
- фильтр ЭМС в модуле ЗУ;
- регистратор замыкания на землю;
- система управления с микропроцессором (в том числе для реализации температурно-компенсированной характеристики центрального процессора);
- защитное и контрольное оборудование.

Цифровое управление и технология регулирования зарядного устройства аккумуляторных батарей выполняются при помощи системы управления SIBCOS-M2000, интегрированной в модуль преобразователя. Специфические для пользователя параметры (например, постоянное зарядное напряжение) настраиваются программным обеспечением. Для управления на высшем уровне есть связь через шину CAN.

Основные характеристики ЗУ приведены ниже.

Технические характеристики зарядных устройств

Количество на один электропоезд	2
Входное напряжение, В, постоянного тока.....	650
Выходное напряжение, В.....	110 (статический допуск +2 %, допуск напряжения в сети +25 %/-30 % согласно EN 50155 в соответствии с режимом зарядки и разрядки аккумуляторных батарей)
Пульсация выходного напряжения	<1 % RMS
Номинальный ток на выходе ЗУ (максимальный ток), А.....	182 (ограниченный по мощности)
Выходная мощность, кВт.....	20
Время полной зарядки частично или полностью разряженной батареи (зарядка при 20 % от номинальной емкости), ч	5

Программа зарядки соответствует температурно-компенсированной характеристике центрального процессора со следующими параметрами:

Номинальное зарядное напряжение на один элемент АБ при 20 °С, В.....	1,47
Коэффициент температурной коррекции, В/°С	-0,003
Номинальное напряжение, В	110
Число элементов АБ.....	86
Номинальное зарядное напряжение на одну батарею, В.....	126,4
Диапазон напряжений, В.....	от 77,0 до 137,5

Для оптимальной зарядки батареи сначала она заряжается определенным уровнем тока и напряжения. Напряжение заряда зависит от температуры батареи, которая измеряется температурным датчиком, закрепленным непосредственно на батарее.

6.7.3. Аккумуляторная батарея (АБ)

Аккумуляторные батареи установлены, как уже было упомянуто, в подвагонном пространстве вагонов С и Е. Никель-кадмиевая батарея имеет минимальную мощность 30 % при температуре -40 °С. Благодаря этому обеспечивается подъем токоприемника и включение холодного электропоезда при низких температурах наружного воздуха.

Расчет емкости аккумуляторной батареи проводится для температуры $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Так как расход воды в аккумуляторных батареях данного типа незначителен, долив воды необходимо производить не чаще одного раза в год.

Одна группа батарей (две группы на вагон) размещается в корпусе из высококачественной стали с 43 соединенными друг с другом элементами (рис. 6.11).

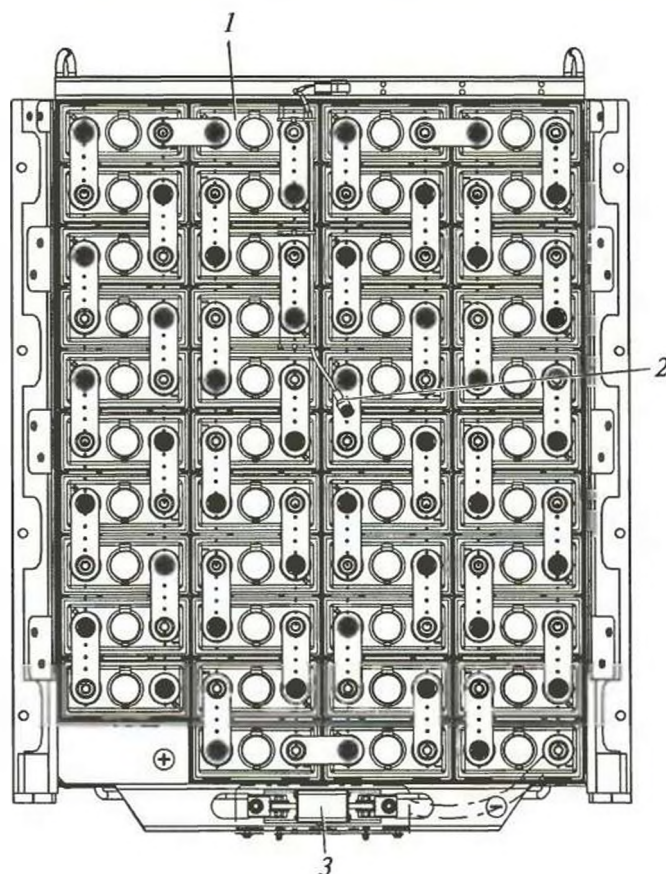


Рис. 6.11. Аккумуляторная батарея:

1 — элемент аккумуляторной батареи; 2 — температурный датчик (имеется только на одной батарее);
3 — предохранитель аккумуляторных батарей 200 А

Основные параметры аккумуляторных батарей приведены ниже.

Технические характеристики аккумуляторных батарей

Количество на один электропоезд	2 блока с 86 элементами каждый
Тип	никель-кадмиевая батарея
Размеры (Д×Ш×В), мм:	
ящик батареи	3280×1050×600
батарея	78×66×340
Масса, кг:	
контейнер с аккумуляторными батареями	1100
батарея, в каждом ящике	6,65
Номинальное напряжение, В, постоянного тока	103,2
Системное напряжение, В, постоянного тока	110
Максимальное напряжение, В, постоянного тока	137,5
Емкость, А·ч, на одну батарею	190
Электролит	раствор гидроокиси калия
Датчик температуры для температурно-компенсированной зарядки аккумуляторной батареи	имеется, на одном ящике с батареей

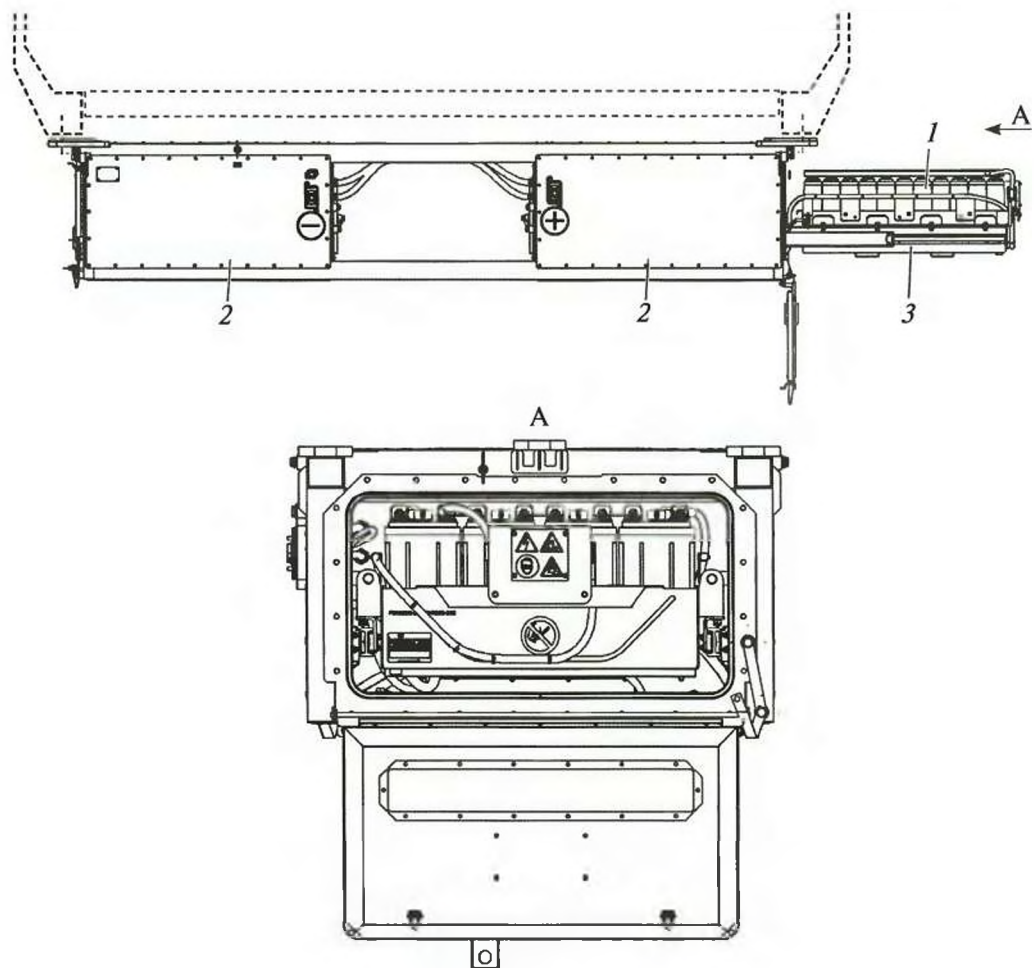


Рис. 6.12. Основные компоненты контейнера аккумуляторных батарей:
 1 — аккумуляторная батарея; 2 — контейнер с аккумуляторными батареями; 3 — ящик аккумуляторной батареи

Доступ к батарее осуществляется через выдвижной ящик в контейнере с АБ. Благодаря такой конструкции контейнера обеспечивается достаточная вентиляция батареи и тем самым предотвращается опасная концентрация газов (рис. 6.12).

7. КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

7.1. Общая концепция

На электропоездах «Ласточка» установлена система управления SIBAS 32 (Siemens Bahn-Automatisierungs-System — система автоматизации железнодорожного транспорта компании «Сименс»). Она осуществляет все функции управления, контроля и диагностики в поезде и состоит из подсистем, распределенных по вагонам. Передача данных реализуется посредством поездной сети связи (Train Communication Network — TCN). Энергоснабжение системы управления производится от бортовой сети постоянного тока 110 В.

Связь компонентов системы управления внутри одного электропоезда осуществляется через многофункциональную шину MVB. В вагонах С и Е шина MVB через шлюз связана с поездной шиной WTB (рис. 7.1), которая обеспечивает обмен данными между электропоездами в составе поезда. Ниже приведены характеристики шин MVB и WTB.

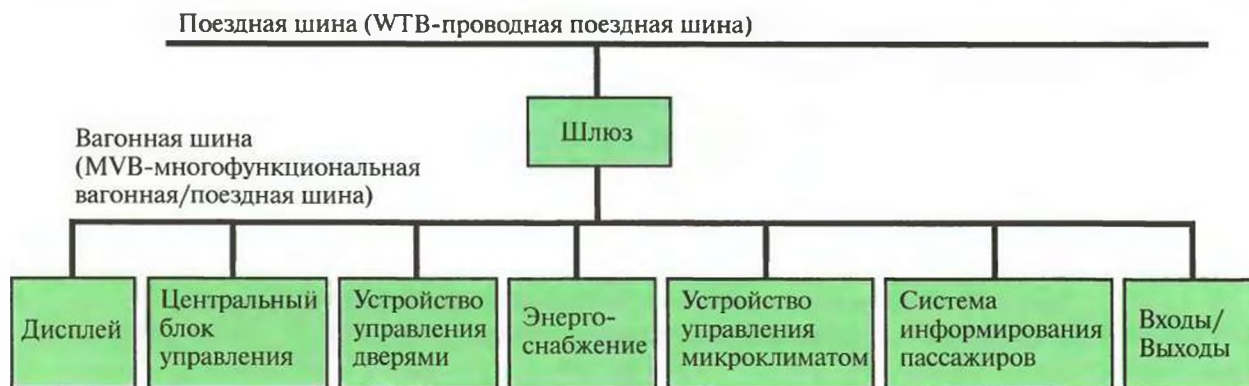


Рис. 7.1. Конфигурация системы управления

Технические характеристики шин MVB и WTB

Параметр	WTB	MVB
Скорость передачи данных, Мбит/с	1,0	1,5
Максимальное число абонентов	22	32
Максимальная дальность передачи данных, м	860	200

На рис. 7.2 показаны компоненты системы управления, расположенные на вагонах А и В, на рис. 7.3 — на вагонах С и Е, на рис. 7.4 — на вагоне D.

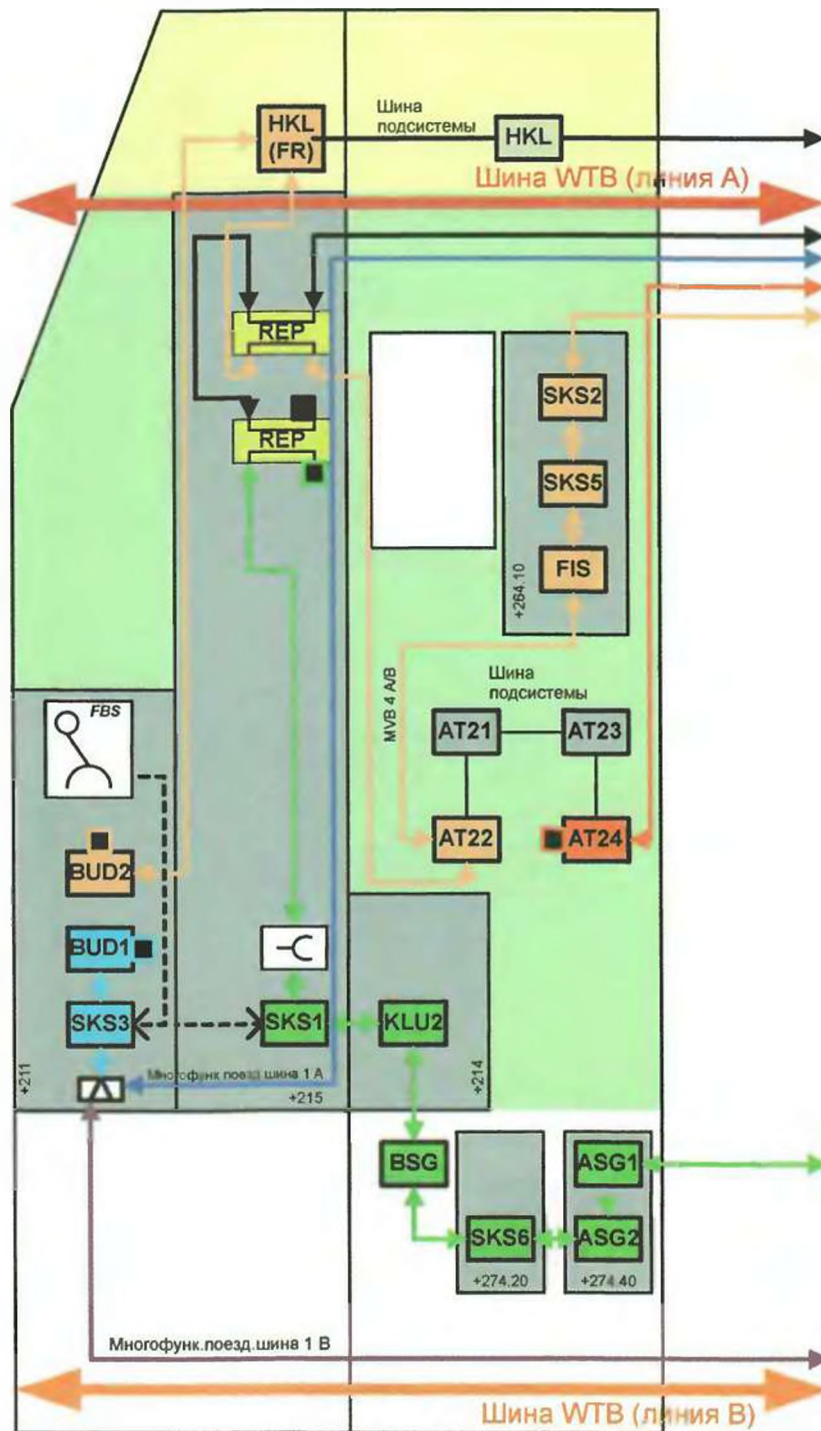


Рис. 7.2. Компоненты системы управления, расположенные на вагонах А и В:

ASG — блок управления приводом (БУП); AT — блок управления наружными дверями вагонов; BSG — блок управления тормозами (БУТ); BUD — дисплей системы управления и диагностики (интерфейс машиниста «человек—машина»); FBS — контроллер тяги/торможения; FIS — система информирования пассажиров (СИП); HKL — блок управления вентиляцией и кондиционированием пассажирских салонов; HKL (FR) — блок управления вентиляцией и кондиционированием кабины машиниста; KLU — система безопасности движения (БЛОК); MVB — многофункциональная поездная шина; REP — репитер; SKS — станция SIBAS-KLIP (KLIP — разъем для подключения интеллектуального периферийного оборудования); WTB — проводная поездная шина

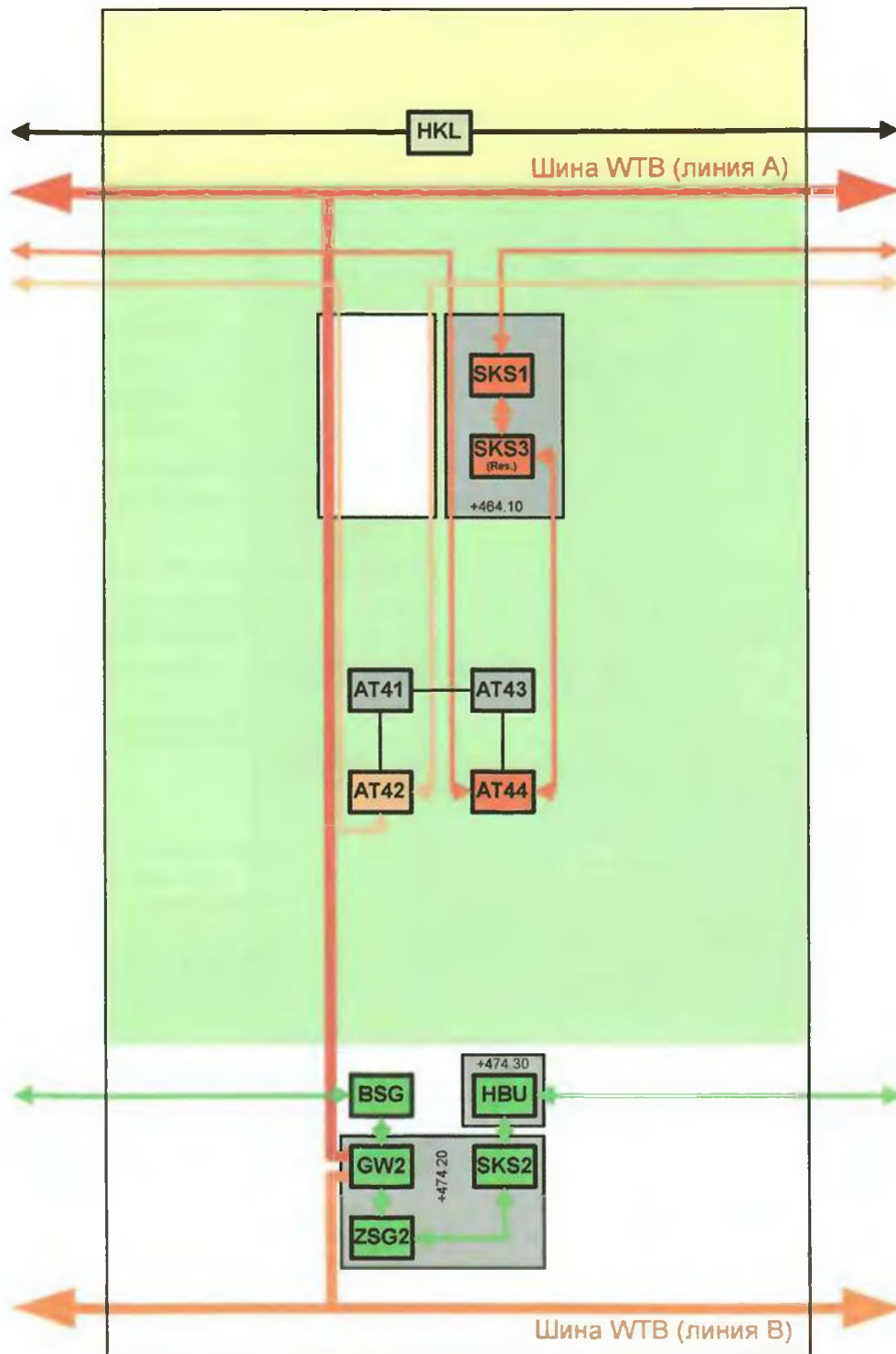


Рис. 7.3. Компоненты системы управления, расположенные на вагонах С и Е:
 AT — блок управления наружными дверями вагонов; BSG — блок управления тормозами (БУТ);
 GW — шлюз шины MVB/CAN; HBU — система управления преобразователем собственных нужд
 (ПЧН); HKL — блок управления вентиляцией и кондиционированием пассажирских салонов;
 SKS — станция SIBAS-KLIP; WTB — проводная поездная шина; ZSG — центральный блок
 управления (ЦБУ)

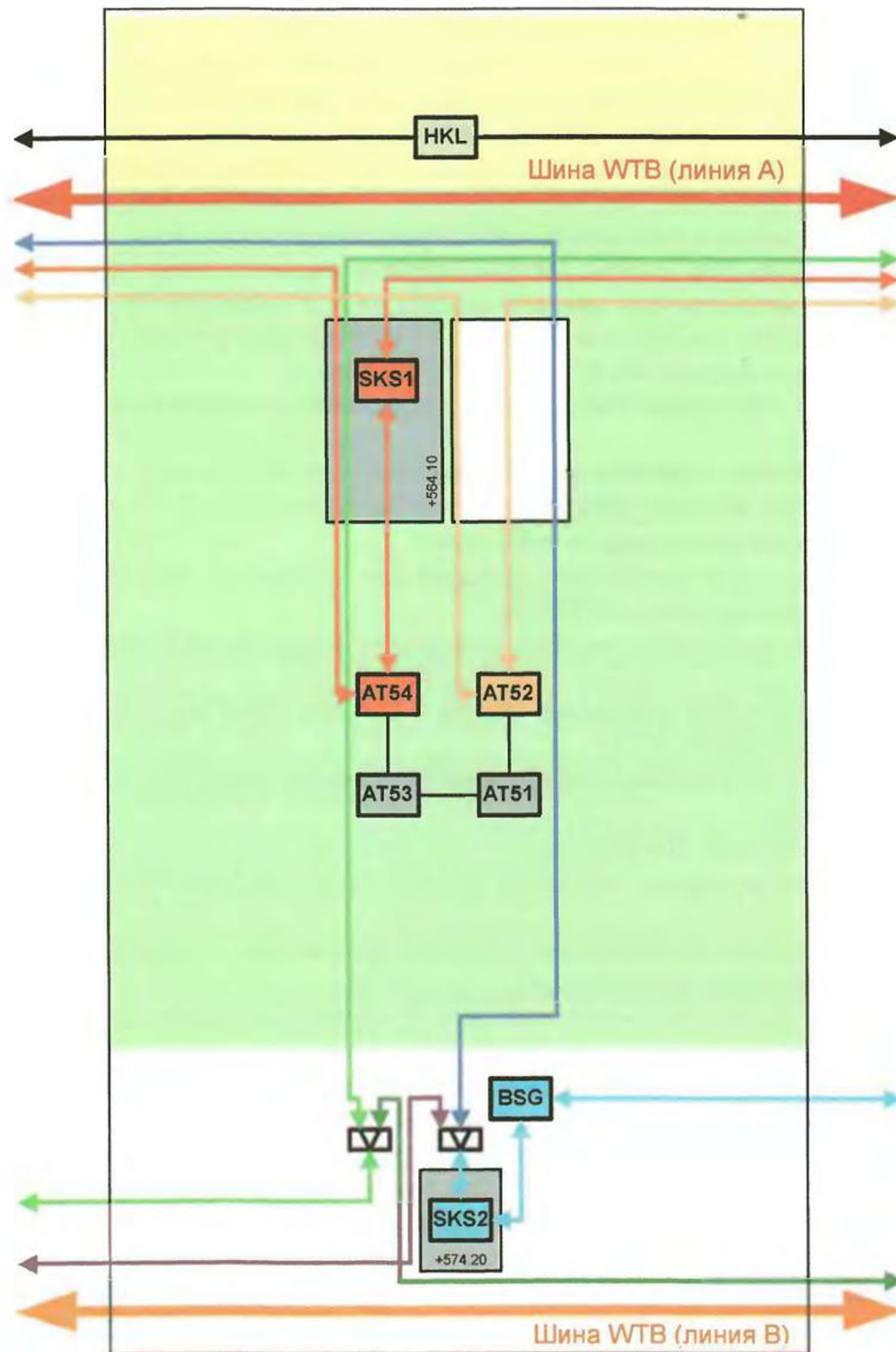


Рис. 7.4. Компоненты системы управления, расположенные на вагоне D:
 AT — блок управления наружными дверями вагонов; BSG — блок управления тормозами (БУТ);
 HKL — блок управления вентиляцией и кондиционированием пассажирских салонов; SKS —
 станция SIBAS-KLIP; WTB — проводная поездная шина

7.2. Центральные блоки управления (ЦБУ)

В вагонах С и Е находится по одному центральному блоку управления (ЦБУ). В качестве ЦБУ используется стандартный блок управления типа STDZSG 34V2. ЦБУ построен на базе микропроцессоров и микроконтроллеров. Он располагается в контейнере подвагонного оборудования на стандартизированном модульном носителе с выдвижными модулями.

ЦБУ управляет основным и вспомогательными режимами работы всего электропоезда. С помощью подключенной системы безопасности движения поезда (БЛОК) он регистрирует заданные параметры для данного отрезка пути и оценивает их. Кроме того, ЦБУ с помощью функции администратора шины MVB организует связь между всеми абонентами шины одной секции MVB.

Центральные блоки управления в отдельных электропоездах обеспечивают выполнение следующих задач:

- контроль и управление главными выключателями;
- контроль и управление токоприемниками;
- управление бортовой сетью энергоснабжения;
- задание командных и управляющих сигналов для различных блоков управления (БУП, БУТ, блок управление дверями и т.д.);
- контроль петель безопасности, системы пожарной сигнализации и диагностики тележек;
- сортировка цифровых или аналоговых входов и выходов через децентрализованные станции входа и выхода (SIBAS-KLIP);
- самодиагностика и диагностика связи с многофункциональной поездной шиной и проводной шиной поезда;
- установление и контроль конфигурации электропоезда;
- периодическое распределение реального времени между подключенными подсистемами;
- проверка правильности управляющих действий машиниста электропоезда (недопустимые состояния системы блокируются).

Центральный блок управления может работать в режиме задающего или управляющего модуля.

В режиме задающего модуля ЦБУ принимает на себя управление поездом в своей секции шины MVB. Он считывает команды и сообщения, поступающие от периферийного оборудования и шины WTB, и выдает управляющие сигналы и ответные сигналы в адрес шины WTB и периферии. Большая часть входных и выходных каскадов не находится в ЦБУ, а размещена децентрализованно в устройствах входа и выхода (станции SIBAS-KLIP).

В режиме исполняющего модуля ЦБУ выполняет те же функции, что и в режиме задающего, но без выдачи управляющих сигналов. Исключением являются функции защиты для высоковольтного оборудования, которые активно действуют как на задающем модуле ЦБУ, так и на исполняющем. Исполняющий модуль ЦБУ контролирует состояние задающего модуля ЦБУ и при выходе последнего из строя готов взять на себя его задачи.

Модуль ЦБУ, расположенный в тяговой секции, где пульт машиниста активен, переключается в режим задающего поездного модуля. В этом режиме, наряду с выполнением задач задающего модуля ЦБУ, осуществляется управление высшего уровня всем электропоездом со следующими основными функциями:

- обработка сигналов от элементов управления активного пульта машиниста;
- установка номинальных тяговых значений для электропоезда в целом;

- привязка системы безопасности движения поезда БЛОК к системе управления поездом;

- управление высшего уровня для режима отстоя.

В штатном режиме работы оба центральных блока управления поочередно эксплуатируются в качестве задающего модуля ЦБУ. Переключения режима работы модулей происходят в следующих ситуациях:

- в начале режима отстоя;

- в процессе конфигурирования электропоезда.

Кроме того, переключение режимов работы блоков ЦБУ предусмотрено в следующих нештатных ситуациях:

- полная блокировка центрального процессора в ЦБУ (например, срабатывание контроля времени расчета в операционной системе);

- отказ блока питания, центрального процессора, блока подключения к многофункциональной поездной шине, шлюза TCN 6U;

- выход из строя подключения шины MVB к задающему модулю ЦБУ или администратора шины MVB либо неисправность одного из сегментов шины MVB с задающим модулем ЦБУ.

7.3. Шлюз

Шлюз позволяет производить обмен данными между шинами MVB и WTB. Он принимает на себя сортировку данных о процессе (Process Data Marshalling) или «маршрутизации» передачи данных от шины WTB к шине MVB и обратно.

Кроме того, шлюз осуществляет присвоение адресов элементам системы управления поездом со следующими составляющими:

- присвоение адреса сети поездной связи (TCN) для определения отдельных узлов шины WTB (шлюзы) и установление их очередности;

- присвоение адреса согласно требованиям UIC (МСЖД) для логической адресации отдельных тяговых секций начиная с ведущего головного вагона.

7.4. Система децентрализованного ввода/вывода данных

Через систему децентрализованного ввода и вывода данных SIBAS-KLIP могут регистрироваться и обрабатываться сигналы от устройств, непосредственно не подключенных к шине MVB.

На электропоездах «Ласточка» посредством системы SIBAS-KLIP контролируются следующие устройства и состояния:

- система пожарной сигнализации (СПС);

- система управления и диагностики туалетов;

- коммутационное состояние автоматических защитных выключателей всех электрических компонентов, таких как насосы, вентиляторы, блоки управления и т.д.;

- блок контроля напряжения (бортовая сеть, напряжение контактной сети);

- состояние петли аппаратного обеспечения (экстренное торможение, пассажирский стоп-кран и т.д.);

- состояние главных выключателей, быстродействующих выключателей, разъединителей, силовых контакторов.

7.5. Интерфейсы машиниста электропоезда «человек—машина»

Интерфейсы «человек—машина» (ИЧМ) служат для управления и наблюдения за электропоездом, а также для диагностики. Реализация интерфейсов осуществляется

посредством сенсорных мониторов. Расположение мониторов на пульте управления электропоездом показано на рис. 7.5.

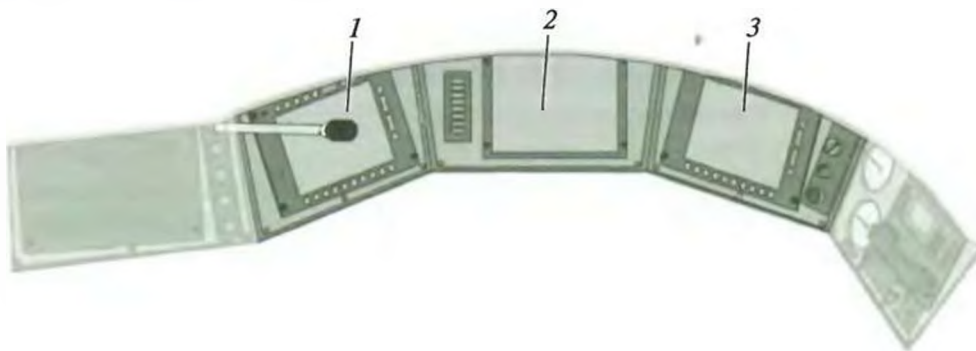


Рис. 7.5. Расположение мониторов интерфейса «человек—машина» на пульте управления электропоездом:

1, 3 —мониторы интерфейсов «человек—машина»; 2 — монитор индикации системы БЛОК

Мониторы 1 и 3 являются соответственно первым и вторым интерфейсами «человек—машина». Они необходимы для управления и наблюдения за состоянием электропоезда. Монитор 3 работает только в активной кабине машиниста.

Если работают оба интерфейса, окна для диагностики и функции технического обслуживания отображаются на втором интерфейсе машиниста «человек—машина». Если работает только один интерфейс, все окна отображаются на нем.

Монитор 2 является блоком индикации системы безопасности движения электропоезда БЛОК и предназначен для вывода следующей информации:

- допустимая скорость движения на данном участке;
- фактическая скорость движения электропоезда;
- скорость движения, рекомендованная системой автоведения при управлении электропоездом в ручном режиме, либо скорость движения, заданная системой автоведения при управлении электропоездом в режиме автоведения;
- текущее время;
- ускорение электропоезда;
- расстояние до ближайшего раздельного пункта;
- координаты текущего местоположения поезда;
- расстояние до ближайшего места ограничения скорости;
- режим работы электропоезда;
- сигнал системы контроля бдительности «Внимание»;
- давление в пневматической системе электропоезда;
- ввод необходимых данных о поезде;
- диагностика системы БЛОК.

Все подключенные к шине MVB системы поезда регистрируются системой диагностики интерфейсов машиниста «человек—машина», т.е. соответствующие диагностические сообщения и сведения о неисправностях вместе с относящейся к ним текстовой информацией (при необходимости) отображаются на дисплеях интерфейсов. Отдельные системы поезда и система диагностики интерфейсов «человек—машина» непрерывно обмениваются между собой через шину MVB данными о состоянии соответствующих систем поезда.

7.6. Наблюдение за наружными дверями вагонов и управление ими

В каждом вагоне находятся связанные с шиной MVB блоки управления наружными дверями. Все имеющиеся в вагоне блоки управления наружными дверями связаны меж-

ду собой через систему шин (шина CAN). Из соображений резервирования блоки в одном вагоне подключены к разным сегментам шины MVB.

Блоки управления наружными дверями осуществляют все локальные функции по управлению дверями и передачу информации о состоянии каждой двери для индикации на мониторах интерфейсов «человек—машина».

7.7. Управление микроклиматом

Все климатические установки в пассажирском салоне и в кабине машиниста соединены друг с другом с помощью подсистемы шины (шина CAN). Привязка к системе управления поездом осуществляется через подключение шины MVB к системам управления климатических установок в кабинах машиниста. Все блоки управления климатических установок связаны через задающие модули на пультах управления с центральной системой управления.

Управление основными функциями климатической установки производится через интерфейсы «человек—машина» в кабинах машиниста. Необходимые данные передаются по шине MVB в климатические установки в кабинах машиниста, а затем через шину подсистемы в климатические установки в пассажирских салонах. При выходе из строя системы управления одной климатической установки в кабине машиниста связь с климатическими установками в пассажирских салонах без ограничения работает через вторую климатическую установку в кабине машиниста.

7.8. Блок управления приводом (БУП)

Блок управления приводом расположен в тяговом преобразователе. Он осуществляет управление и регулирование тяговым приводом данного моторного вагона в режимах тяги и электрического торможения. БУП управляет тяговым преобразователем в соответствии с заданными значениями усилия тяги и тормозного усилия и производит диагностику неисправностей системы привода. Связь с центральным блоком управления реализуется через поездную шину. Блок управления приводом выполняет следующие функции:

- ввод и обработка заданных значений;
- подготовка команд управления тяговым преобразователем;
- регулировка заданного усилия тяги и усилия электрического торможения;
- реализация режима защиты от юза и боксования;
- управление тяговым преобразователем;
- контроль параметров сети;
- защита оборудования тягового привода от нештатных режимов работы;
- тестирование оборудования тягового привода при переводе электропоезда из режима отстоя в рабочий режим;
- диагностирование оборудования тягового привода;
- формирование отчетов по результатам диагностики.

В случае диагностирования неисправности или нештатного режима работы тягового привода БУП может сформировать следующие команды:

- отключение главного или быстродействующего выключателя;
- временная блокировка тягового преобразователя;
- включение тормозного регулятора для ограничения напряжения промежуточного контура.

7.9. Блок управления торможением (БУТ)

Блок управления торможением предназначен для управления тормозной системой типа EP-Comrast и реализации интерфейса с центральным блоком управления. БУТ имеется в каждом вагоне.

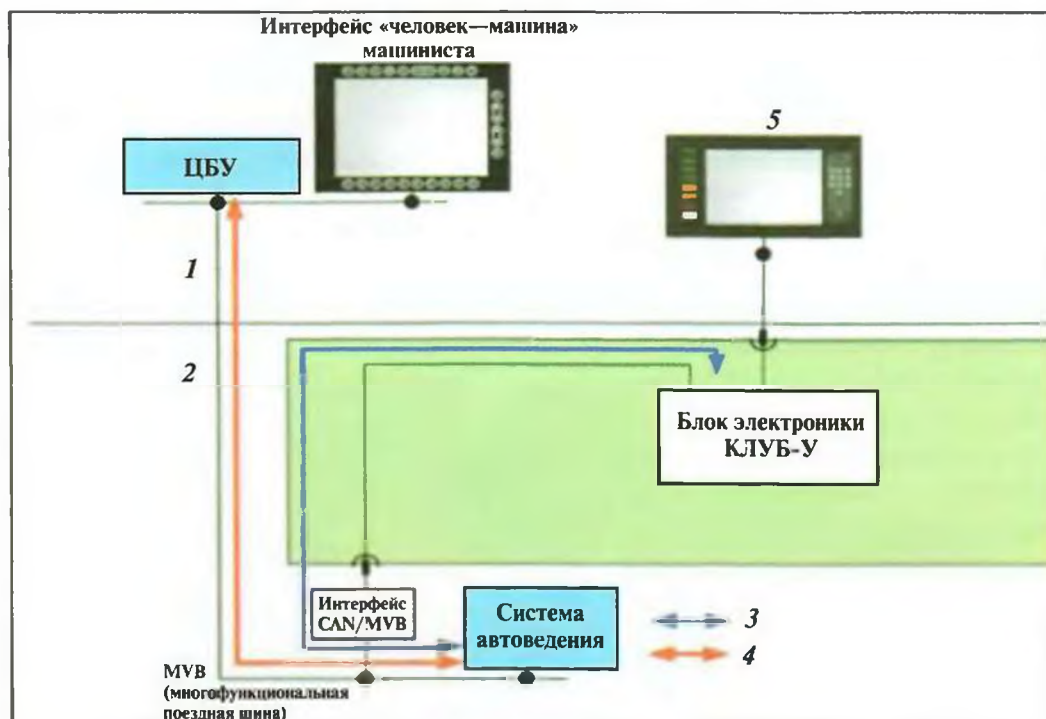


Рис. 7.7. Функциональная схема реализации системы АУДиТ:

1 — кабина машиниста; 2 — шкаф электронной аппаратуры; 3 — передача данных между системой автоведения и системой безопасности движения; 4 — передача данных между системой автоведения и ЦБУ; 5 — блок индикации системы безопасности движения

Система автоведения может работать в режиме автоведения поезда и режиме «консультанта». В процессе автоведения поезда система рассчитывает режим движения поезда на основании графика движения и фактических условий, а также через ЦБУ реализует рассчитанный режим движения. При наличии резерва времени система автоведения рассчитывает и реализует энергосберегающий режим движения.

В режиме «консультанта» система автоведения выполняет только функции расчета режима движения поезда без его реализации. При этом на мониторе интерфейса «человек—машина» отображаются рекомендуемые режимы движения.

Система автоведения получает следующие исходные данные от системы безопасности движения БЛОК для расчета режима движения:

- текущая координата поезда;
- максимально допустимая скорость движения на данном участке пути;
- допустимая скорость движения поезда до следующего сигнала;
- текущая скорость поезда.

В режиме автоведения реализуется максимальное ускорение или замедление поезда. При приближении текущей скорости движения к заданной производится плавное снижение мощности тяговых двигателей, и в дальнейшем скорость поддерживается с отклонением не более 1 % от заданной.

Машинист имеет возможность в любой момент взять управление поездом на себя.

8. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА

Пневматическая и тормозная системы имеют модульную конструкцию и состоят:

- из системы пневмоснабжения;
- тормозного оборудования вагона;
- тормозного оборудования тележки.

В систему пневмоснабжения входит следующее оборудование:

- безмасляные компрессоры;
- осушитель;
- главные воздушные резервуары;
- вспомогательная установка подачи воздуха.

Система тормозного оборудования вагона включает следующие компоненты:

- электропневматический модуль управления торможением с микропроцессорным управлением торможением (ВСМ);
 - электрическое устройство ввода значений движения/торможения;
 - клапан быстрой вытяжки воздуха тормозной магистрали;
 - оборудование снабжения тормозной магистрали сжатым воздухом;
 - кран машиниста;
 - микропроцессорная система защиты от юза;
 - электродинамическая тормозная система с тормозным сопротивлением.
- В систему тормозного оборудования тележки входят:
- клещевые механизмы без пружинного аккумулятора;
 - клещевые механизмы с пружинным аккумулятором;
 - тормозные диски;
 - тормозные накладки.

8.1. Система пневмоснабжения

Сжатый воздух в пятивагонном электропоезде создается двумя безмасляными поршневыми компрессорами, после этого из него удаляется влага в осушителях, затем сжатый воздух под давлением 8,5–10 атм (0,85–1,0 МПа) подается в главные резервуары.

Для удобства монтажа и обслуживания компрессоры и осушители воздуха объединены в один модуль (компрессорный модуль), который находится под кузовом вагона D (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Компрессорный модуль электропоезда «Ласточка»

8.1.1. Компрессорный агрегат VV120-T

Компрессорный агрегат (компрессор) VV120-T (заводская маркировка — A00.01 или A20.01) (рис. 8.2) представляет собой компактное фланцевое устройство с трехцилиндровой 180-градусной V-образной конструкцией в модульном исполнении с двухступенчатым сжатием воздуха, в котором два цилиндра работают на ступени низкого давления и один — на ступени высокого давления. Охлаждение сжатого воздуха производится в промежуточном и конечном охладителях.

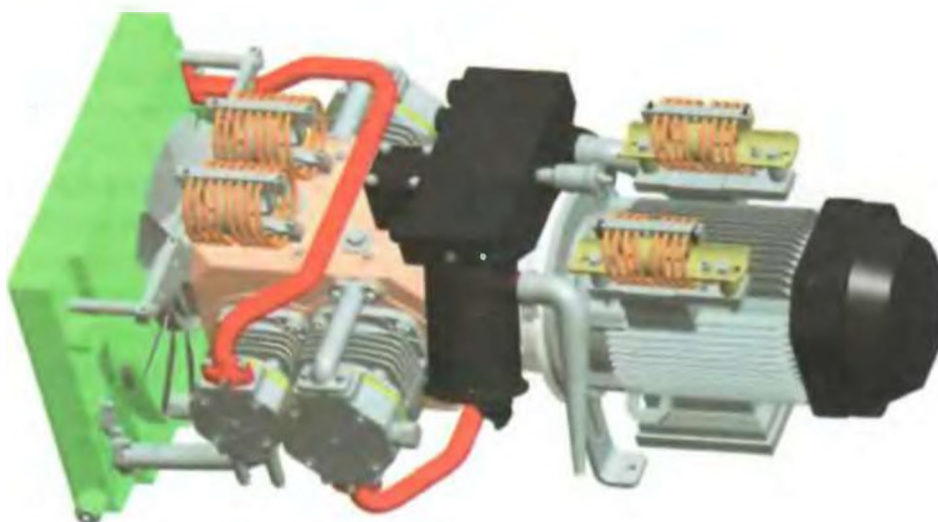


Рис. 8.2. Компрессорный агрегат VV120-T

Привод компрессора осуществляется посредством трехфазного двигателя 380 В, 50 Гц, мощностью 7,5 кВт. При частоте вращения 1445 об/мин расход воздуха составляет приблизительно 676 л/мин атмосферного воздуха при противодавлении 10 атм (1,0 МПа).

Управление компрессорами реализуется при помощи системы управления поездом, которая разработана компанией «Сименс». При зарядке пневматической системы оба компрессора работают параллельно. В диапазоне от 8,5 до 10 атм (0,85—1,0 МПа) используется один из компрессоров (выбор компрессора осуществляется программным обеспечением поезда). Если давление в питательной магистрали падает ниже 7 атм (0,7 МПа), подключается второй компрессорный агрегат.

При выходе из строя одного из компрессоров другой берет работу на себя. Для обеспечения подачи достаточного количества сжатого воздуха могут отключаться побочные потребители, например сушка песка.

Подшипники шатуна и коленчатого вала компрессора выполнены в виде закрытых подшипников качения с перманентной смазкой. Поршни снабжены многослойным тефлоновым покрытием и укомплектованы тефлоновыми поршневыми кольцами. Масло не используется.

Благодаря тому что воздух не содержит масла, не нужен масляный фильтр сверхтонкой очистки, а также установки для сбора конденсата после компрессорного агрегата. Таким образом, не требуется утилизация масла, конденсата и материалов фильтра, загрязненных маслом. Срок службы подключенного после компрессора осушителя воздуха повышается.

8.1.2. Воздухоосушительная установка LTZ015.0H

В пневматических системах без воздухоосушительной установки присутствие влаги в сжатом воздухе зачастую ведет к возникновению неисправностей и износу пневмати-



Рис. 8.3. Воздухоосушительная установка LTZ015.0H

ческих устройств вследствие коррозии и опасности замерзания. При любой температуре окружающей среды воздух в системе должен осушаться до уровня, исключающего появления воды в пневматической системе, т.е. относительная влажность должна быть ниже 35 %.

Производительность осушения двухкамерного осушителя воздуха (воздухоосушительной установки) LTZ015.0H (заводской номер — A00.04 или A20.04) (рис. 8.3) приводится в соответствие с производительностью компрессорного агрегата. Электронный механизм переключения, а также термостатически регулируемый нагреватель клапана спуска воды и шумоглушитель системы выпуска воздуха являются компонентами прибора. Двухкамерная установка состоит из двух патронов с сушильным агентом (гранулят), в которые поочередно производится подача воздуха для его просушки. В то время когда в одной из камер (в патроне с сушильным агентом) происходит осушение сжатого воздуха, который поступает из компрессора, сушильный агент в другой камере обрабатывается уже высушенным воздухом и таким образом регенерируется.

Воздух, необходимый для регенерации, отводится от нагнетаемого потока воздуха непосредственно перед выходом из осушителя воздуха. Поэтому при использовании двухкамерной установки в отличие от однокамерного осушителя воздуха можно отказаться от резервуара для регенерационного воздуха.

Приблизительно каждую минуту электронный программный контроллер производит переключение подачи нагнетаемого потока воздуха или потока регенерационного воздуха в другую камеру. Осушитель воздуха достигает очень высокой степени осушения сжатого воздуха с остаточной относительной влажностью воздуха менее 35 %.

При использовании воздухоосушительных установок LTZ015.0H, если температура окружающей среды ниже +7 °С, включается обогрев сдвоенного золотникового клапана, который осуществляется посредством нагревательного патрона, управляемого термостатом. Обогрев отключается при температуре около +22 °С. Это предотвращает замерзание клапана. Поэтому конденсат можно надежно отводить в водоспускное отверстие при любых условиях. От избыточного давления пневматическая система защищается при помощи двух предохранительных клапанов. Между компрессором и воздухоосушительной установкой, т.е. перед входом LTZ015.0H, устанавливается предохранительный клапан с номинальным настроенным давлением 12 атм (1,2 МПа). Он служит для обеспечения защиты воздухоосушительной установки. Второй предохранительный клапан с номинальным настроенным давлением 10 атм (1,05 МПа) находится за воздухоосушительной установкой и защищает остальную систему.

При низких значениях температуры окружающей среды включение компрессора в фазе заполнения системы производится с задержкой для обеспечения прогрева воздуха в воздухоосушительной установке и обеспечения ее правильной работы. Включение осуществляется только тогда, когда температура в термостате осушителя воздуха составит –25 °С. При охлаждении осушителя воздуха до температуры –40 °С компрессор блоки-

руется и подача сжатого воздуха прекращается, пока осушитель воздуха снова не нагреется до температуры -25°C .

8.2. Тормозное оборудование вагона

Пневмооборудование управления системой торможения конструктивно объединено в тормозной модуль, который располагается в центре каждого вагона.

Тормозной модуль состоит из каркаса, в котором интегрированы главный воздушный резервуар, тормозной воздушный резервуар, запорные краны и пневматическая часть управления системой торможения. Тормозной модуль непосредственно, т.е. без шлангов, подключен к трубопроводу кузова вагона.

Проходящая по электропоезду главная питающая магистраль (ПМ) связывает все главные воздушные резервуары и обеспечивает одновременно все потребители воздуха. Другой проходящий воздухопровод — тормозная магистраль (ТМ) служит для управления автоматическим пневматическим тормозом (непрямодействующего типа).

Полное управление и регулировка отдельных тормозных подсистем осуществляется автоматически посредством центрального блока управления тормозами. При служебном торможении применяется преимущественно электродинамический тормоз. По возможности тормозная энергия при этом рекупируется в контактную сеть, а ее избыток, который не может быть принят контактной сетью, рассеивается в процессе реостатного торможения. Если электродинамический тормоз не может создать требуемое машинистом тормозное усилие, оно постепенно заменяется прямым электропневматическим тормозным усилием (смешанный режим). Управление тормозами производится с помощью контроллера движения/торможения, посредством которого машинист может бесступенчато регулировать тормозное усилие до максимального служебного тормозного усилия. Последнее положение контроллера — это положение экстренного торможения, при котором контур экстренного торможения разомкнут, а из тормозной магистрали выпускается воздух с помощью встроенного в петлю экстренного торможения клапана, а также размагничиваются клапаны аварийного торможения на блоках тормозного оборудования.

Экстренное торможение также может быть осуществлено с помощью ударной кнопки аварийной остановки, которая выпускает воздух из тормозной магистрали и размыкает контур. При экстренном торможении электродинамический тормоз не применяется, действуют только автоматический пневматический и автоматический электропневматический тормоза.

Дополнительно к штатному режиму тормоз может быть поставлен в режим резервного управления с помощью резервного тормозного крана машиниста. В этом случае применяется только автоматический пневматический тормоз (непрямодействующего типа).

Тормозная система обладает зависимой от загрузки поезда системой регулировки тормозной силы (коррекция нагрузки), которая действует при служебном и экстренном торможении.

Поезд оснащен стояночным пружинным тормозом, служащим как парковочный тормоз.

Электродинамический и пневматический тормоза имеют собственную защиту от юза, которая препятствует блокировке колес.

Все тележки оборудованы колесными тормозными дисками, к которым прижимаются тормозные накладки. Клещевые механизмы оснащены автоматическими регуляторами износа. Дополнительно на каждой колесной паре установлен пружинный тормозной цилиндр для стояночного тормоза.

8.3. Виды тормозов

8.3.1. Пневматические тормоза

Пневматический фрикционный тормоз состоит из двух независимых подсистем:

- электропневматического тормоза прямодействующего типа (включающего автоматический электропневматический тормоз петли безопасности);
- автоматического пневматического тормоза непрямодействующего типа.

На рис. 8.4—8.6 представлены схемы пневматических цепей вагонов электропоезда «Ласточка».

Обеспечение сжатым воздухом пневматических тормозов в вагоне осуществляется посредством воздушного резервуара В08, который заполняется из ПМ через фильтр В07 и через обратный клапан В10.

В однопутном режиме (буксировка только с подсоединенной ТМ) питательная магистраль может заполняться посредством запорного крана В12 и обратного клапана В13. Запорный кран В12 в штатном режиме закрыт.

8.3.2. Электропневматический тормоз прямодействующего типа

У электропневматического тормоза прямодействующего типа сжатый воздух от блока управления тормозной системой В01 с помощью электропневматических клапанов В02.4 и В02.5 подается в тормозные цилиндры. Посредством электрического управления тормозами электропневматического тормоза прямодействующего типа достигается быстрое торможение и отпуск тормозов.

Для питания сжатым воздухом электропневматических тормозов прямодействующего типа используются дополнительные воздушные резервуары В08, расположенные в каждом вагоне.

Электропневматический тормоз прямодействующего типа применяется для служебного торможения. От контроллера управления подается команда торможения и заданное значение тормозной силы, которое производится двумя независимыми друг от друга датчиками Gray-Code. Таким образом, выход из строя сигнальных датчиков положения не приводит к полному отказу тормозов в поезде. Команды и заданные значения проверяются блоком управления поезда и передаются по многофункциональной поездной шине к блокам управления тормозной системой.

Центральный блок менеджмента торможения преобразует команду торможения в электрические команды управления для создания предварительного управляющего давления посредством электропневматического преобразователя В02.4 и В02.5. Предварительно давление корректируется в зависимости от нагрузки, увеличивается с помощью преобразователя давления и подается на тормозные цилиндры. Закрыв электрический клапан В05, можно изолировать тормоз прямодействующего типа вручную в каждом вагоне.

Необходимая для функционирования тормоза прямодействующего типа система связи многофункциональной поездной шины выполнена с резервированием, при выходе из строя тормоза прямодействующего типа индикация на дисплее машиниста информирует о состоянии неисправности.

При полном выходе из строя контроллера движения/торможения максимальное рабочее торможение может осуществляться с помощью блока управления поездом.

При полном выходе из строя многофункциональной поездной шины тормоз прямодействующего типа, а также управление приводом не действуют. Управление поездом невозможно, он должен быть отбуксирован. Экстренное торможение возможно всегда.



151

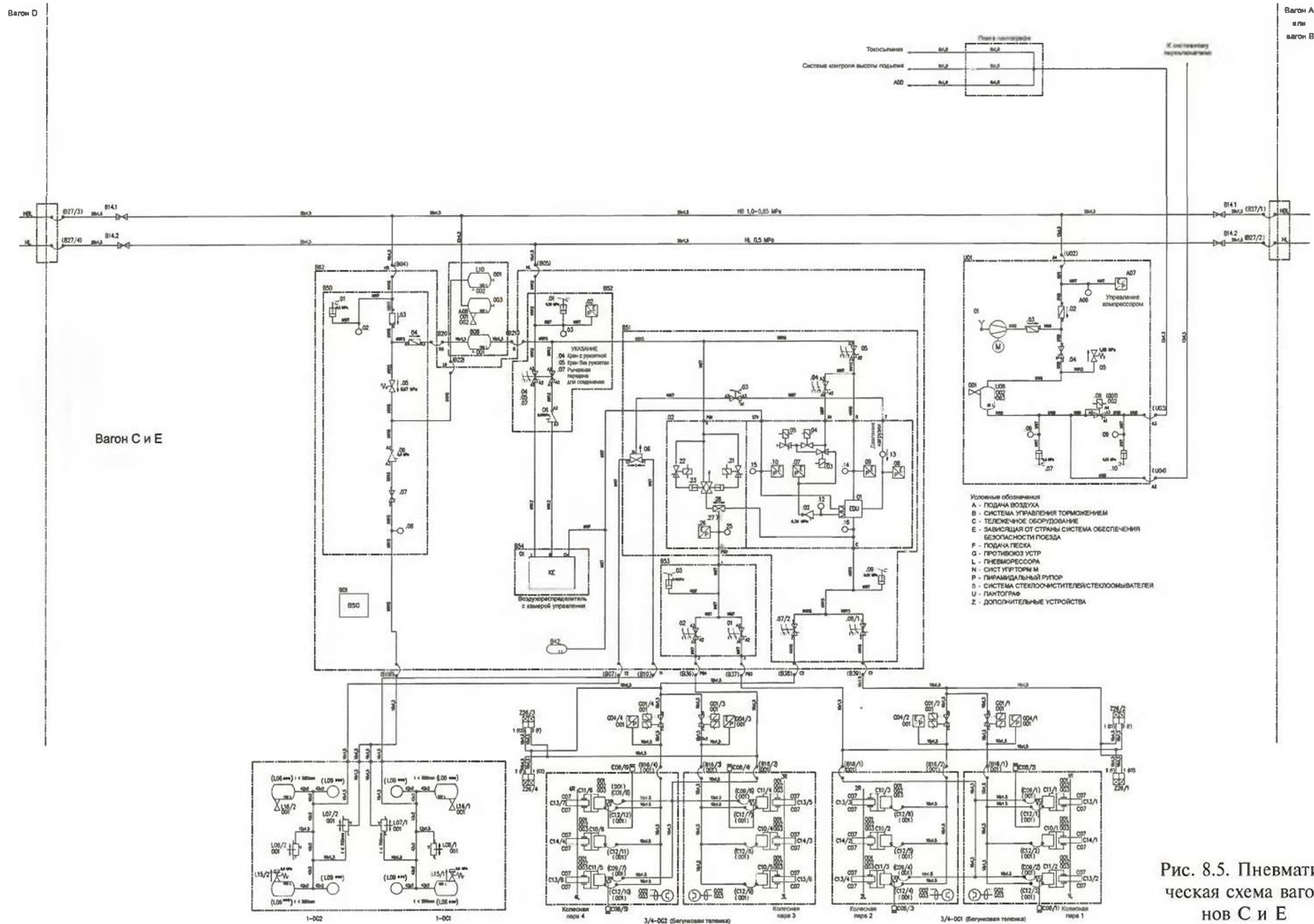
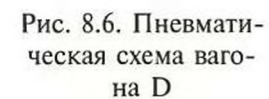


Рис. 8.5. Пневматическая схема вагонов С и Е



Автоматический электропневматический тормоз посредством петли экстренного торможения применяется, соответственно, при экстренном торможении. Машинист может привести в действие автоматический электропневматический тормоз, переключив контроллер движения/торможения В31 в положение экстренного торможения или нажав аварийную ударную кнопку N03. Неактивная петля экстренного торможения обесточивается и размагничивает находящийся в каждом вагоне клапан аварийного торможения В02.3. Это влияет на установку максимального давления для тормозных цилиндров С02, С05. Предварительное установленное давление ограничивается клапаном регулировки давления В02.2.

8.3.3. Автоматический пневматический тормоз

В автоматическом пневматическом непрямодействующем тормозе с помощью понижения давления в ТМ сжатый воздух через распределительный клапан В36 подается в тормозные цилиндры С02, С05.

Автоматический пневматический непрямодействующий тормоз является автоматическим пневматическим тормозом со ступенчатым отпуском. Он применяется при экстренном торможении, в режиме резервного управления тормозами и для буксировки. Снабжение тормоза сжатым воздухом в каждом вагоне происходит из дополнительных воздушных резервуаров В08. При экстренном торможении или в случае аварии, например при разрыве шланга и расцеплении поезда (непроизвольное расцепление вагонов), из тормозной магистрали всего поезда выпускается воздух и через распределительный клапан создается предварительное управляющее давление.

Для ограничения давления при буксировке без пассажиров и энергоснабжения со скоростью до 100 км/ч предварительное управляющее давление C_v может быть задано с помощью запорного крана ручного управления В31 через клапан ограничения давления В30, так что опасность образования выбоин на колесах вагонов сводится к минимуму.

В преобразователе давления В02.1 сравниваются предварительные управляющие давления автоматического электропневматического прямодействующего тормоза и автоматического пневматического тормоза. Более высокое или быстрое предварительное управляющее давление корректируется в зависимости от загрузки и как давление тормозных цилиндров (С-давление) подается к тормозным цилиндрам.

Автоматический непрямодействующий пневматический тормоз служит также в качестве резервного тормоза при выходе системы из строя, например при поломке управления торможением или управления движением и торможением. Для этого в каждой кабине машиниста предусмотрен тормозной кран помощника машиниста В32, с помощью которого возможно бесступенчатое управление давлением ТМ. Тормозной кран помощника машиниста в занятой кабине постоянно готов к эксплуатации, таким образом машинист не должен совершать никаких действий для переключения на автоматический пневматический тормоз.

При экстренном торможении подпитка тормозной магистрали для восстановления нормального зарядного давления будет недостаточной и произойдет автоматическое пневматическое торможение. Это означает, что, даже если тормозной кран машиниста находится в положении «Движение», он не будет обеспечивать пополнение тормозной магистрали сжатым воздухом.

В штатном режиме эксплуатации (при служебном торможении электропневматическим прямодействующим тормозом) давление сжатого воздуха в тормозной магистрали должно составлять 5 атм (0,5 МПа). Для этого при снаряжении поезда в головном вагоне при занятой кабине машиниста система управления воздействует на магнитный клапан

N09, который открывает релейный клапан В40. В таком состоянии давление, регулируемое тормозным краном помощника машиниста со встроенным регулятором давления, является заданным значением для тормозной магистрали. Тормозной кран помощника машиниста при этом должен находиться в положении «Движение». Так устанавливается соединение между тормозной и питательной магистралями.

Если магнитный клапан N09 поврежден, он может быть зашунтирован краном N08, так что его работа обеспечивается и в обесточенном состоянии. Этот кран находится под столом машиниста позади запирающейся заслонки, поэтому несанкционированное или непреднамеренное включение исключается. Воздух из ТМ выпускается исключительно при экстренном торможении, причем магнитный клапан N09 отключается, и подпитка из питательной магистрали ограничивается.

При буксировке электропоезда поездом с управлением тормозной магистралью (например, тормозным краном машиниста) тормозное давление, которое требуется ТМ, обрабатывается бесступенчато, и поезд может быть заторможен буксируемым поездом.

Запорные краны. Тормозные цилиндры 02, 05 тележек перекрываются посредством контролируемых кранов В33, которые расположены по одной стороне вагона перед клапанами защиты от юза. Таким образом, в закрытом состоянии из тормозных цилиндров выпускается воздух (т.е. они соединяются с атмосферой). Положение кранов контролируется электрически посредством соответствующих блокировок.

Далее с помощью расположенных по одной стороне вагона электрически контролируемых кранов перекрываются следующие тормоза:

- общий пневматический тормоз вагона В04;
- электропневматический прямодействующий тормоз вагона В05 (включается автоматический прямодействующий тормоз);
- автоматический пневматический тормоз вагона В06.

Внешняя индикация. Включенное и выключенное состояние (наличие С-давления) тормозов тележек отображаются с помощью пневматических устройств индикации Z26/1—Z26/4, расположенных по обоим сторонам кузова вагона. Зеленое поле обозначает выключенный тормоз, красное поле — включенный.

8.3.4. Стояночный пружинный тормоз (СПТ)

При тормозных цилиндрах, оснащенных пружинным механизмом, тормоза без давления работают с помощью силы натяжения пружины. Цилиндр пружинного стояночного тормоза с тормозными цилиндрами образует один конструктивный узел.

На каждую колесную пару установлен один цилиндр пружинного стояночного тормоза.

Отпускается пружинный аккумулятор благодаря сжатому воздуху, который поступает из таких же дополнительных воздушных резервуаров, как и воздух для тормозов прямодействующего и непрямодействующего типов. При отсутствии сжатого воздуха или поломке пружинный механизм может быть аварийно отпущен механически. Для аварийного отпускания цилиндр пружинного тормоза должен быть без давления, что достигается закрыванием запорных кранов В13/1 и В13/2 вручную. Собственно процесс аварийного отпускания производится с одной стороны в легкодоступном месте — снаружи цилиндра пружинного тормоза — прочно смонтированным устройством С34 (например, тросом Боудена). Аварийный отпуск может быть отменен после открывания любого запорного крана В13 посредством нормальной загрузки цилиндров пружинного тормоза с давлением отпуска, после этого пружинный тормоз снова готов к эксплуатации.

Механизм пружинных тормозов включается автоматически при отсутствии давления в тормозных цилиндрах. Для этого во время стоянки (сигнал $v = 0$) системой управления поезда подается импульс «Включить механизм пружинных тормозов» на импульсный магнитный клапан В02.23.

Запорные краны. Цилиндры пружинного стояночного тормоза тележки С02 перекрываются посредством контролируемых кранов В13/1, В13/2, которые находятся с одной стороны вагона.

Краны своим положением сигнализируют только о перекрытом состоянии.

Внешняя индикация. Включенное и выключенное состояние цилиндров пружинного тормоза тележек также отображается с помощью пневматических устройств индикации Z26/1— Z26/4, находящихся по обеим сторонам кузова вагона (зеленое поле обозначает выключенный тормоз, красное поле — включенный).

8.4. Функции тормозов

8.4.1. Служебное торможение

Служебное торможение — это торможение, которое в штатном режиме замедляет поезд. Управление торможением осуществляет машинист посредством контроллера движения/торможения, с помощью которого тормозное усилие может бесступенчато регулироваться до максимального уровня: оно изменяется «пропорционально» наклону рукоятки контроллера. Требуемое тормозное усилие корректируется в зависимости от загрузки центральным блоком управления тормозами, распределяется между имеющимися системами электропневматического и электродинамического тормозов (смешанный режим). Данная корректировка означает, что тормозное усилие автоматически устанавливается исходя из зарядки, так что во всех состояниях загрузки достигается почти одинаковый тормозной путь. Сначала всегда применяется электродинамический тормоз. Если его усилий недостаточно, на немоторных колесных парах, а затем на обмоторенных колесных парах происходит пневматическое подтормаживание. Точное действие (смешанный режим) определяется с помощью технических параметров отдельных тормозов (например, предельно допустимая термическая нагрузка, возможный перенос тормозного усилия и т.д.).

При выходе из строя электродинамического тормоза требуемое тормозное усилие полностью создается пневматическим тормозом.

Блоки управления тормозами вагонов получают команду торможения для электропневматического тормоза посредством многофункциональной поездной шины. В случае выхода из строя устройств связи, например при поломке поездной шины, во время служебного торможения изолированные локальные блоки управления тормозной системой выполняют экстренное торможение посредством размыкания контура экстренного торможения. Машинист электропоезда в любом случае может дополнительно использовать для экстренного торможения контроллер движения/торможения и ударную кнопку аварийной остановки, так как команда экстренного торможения передается независимо от многофункциональной поездной шины с помощью петли экстренного торможения по проводам.

8.4.2. Экстренное/аварийное торможение

Экстренное торможение замедляет электропоезд с максимальным тормозным усилием. При этом применяются автоматический пневматический тормоз, а также автоматический электропневматический тормоз. Так же, как и служебное торможение, экстренное торможение корректируется в зависимости от загрузки.

При экстренном торможении с максимальной загрузкой на прямом ровном сухом и чистом пути при исключительном использовании фрикционного тормоза тормозные пути составляют:

Скорость в начале торможения, км/ч	Средний тормозной путь, м
140	930
160	1230

Команды экстренного торможения поступают электрически по петле экстренного торможения, или система реагирует на темп снижения давления в тормозной магистрали. Экстренное торможение не саморазъемное и действует, пока актуально вызвавшее его событие, или давление ТМ на клапане экстренного торможения не снижается до 0 атм (0 бар). Для дальнейшей эксплуатации контроллер движения/торможения должен быть поставлен в нулевое положение.

Существуют электрические и пневматические механизмы, которые гарантируют действие экстренного тормоза и безопасность поезда.

Пневматические механизмы влияют, соответственно, непосредственно пневматически. К ним относится ударная кнопка экстренной остановки N03 в головных вагонах и тормозной кран помощника машиниста В32, с помощью которых машинист может, не задействуя электрику и электронику, выпустить воздух из тормозной магистрали и таким образом включить экстренное торможение. При экстренном торможении управление поездом автоматически отключает тягу.

Электрические механизмы — это петля экстренного торможения тормоза непрямодействующего типа и петля экстренного торможения тормоза прямодействующего типа.

Петля электрического торможения (ПЭТ) тормоза непрямодействующего типа — электрическая петля линии внутри поезда, она является неактивной. Это значит, что в штатном режиме она всегда должна быть замкнута и по ней должен протекать электрический ток. Током от ПЭТ снабжаются тормоза непрямодействующего типа, имеющиеся в каждом головном вагоне клапаны быстрого выпуска воздуха тормозной магистрали N02. Эти клапаны также неактивны, поэтому открытие петли с помощью одного из находящихся там приборов или разрыва провода вызывает удаление воздуха из тормозной магистрали темпом служебного торможения (0,6—0,8 атм/с) и не прямое торможение посредством распределительного клапана. Управление торможением препятствует подпитке тормозной магистрали.

ПЭТ тормоза прямодействующего типа — проведенная по всему поезду также неактивная петля (в штатном режиме всегда замкнута и по ней протекает электрический ток). К ПЭТ тормоза прямодействующего типа подключены стоп-краны автоматического тормоза прямодействующего типа В02.3. В обесточенном состоянии сжатый воздух напрямую из дополнительных воздушных резервуаров В08 через клапан ограничения давления В02.2 подается к регулятору давления В02.1 и далее к тормозным цилиндрам.

Открытие ПЭТ тормоза прямодействующего типа посредством подключенных приборов вызывает прямое торможение с максимальным давлением в тормозных цилиндрах. Одновременно благодаря электронному управлению тормозами начинается торможение с наибольшим тормозным усилием.

К экстренному торможению при ПЭТ тормоза непрямодействующего типа и ПЭТ тормоза прямодействующего типа приводят следующие причины:

- установка контроллера движения/торможения в положение экстренного торможения (это может быть произведено независимо от того, активна ли кабина машиниста);
- нажатие ударной кнопки аварийной остановки (это также может быть произведено независимо от того, активна ли кабина машиниста);
- вмешательство со стороны системы безопасности поезда КЛУБ-У;
- вмешательство со стороны ЦБУ (контроль в системе управления поездом, нарушение работы или отказ Центрального блока управления, пассажирский стоп-кран и т.д.);
- самопроизвольное расцепление поезда;
- вмешательство со стороны блока управления тормозными системами (БУТС) (контроль в блоке управления тормозами).

Дополнительно к электрическим каналам связи ПЭТ тормоза непрямодействующего типа и ПЭТ тормоза прямодействующего типа воздух из ТМ выпускается пневматичес-

ки через тормозной кран помощника машиниста В32, ударную кнопку аварийной остановки N03 и КЛУБ-У Е01, даже если кабина машиниста вышла из строя.

В каждой кабине машиниста, как уже было упомянуто, находится клапан быстрого выпуска воздуха из тормозной магистрали N02. Это компактный и надежный узел, в котором интегрированы все компоненты. Запорным краном цепи управления, регулируемым системой управления поезда, он отсоединяется от тормозной магистрали.

8.5. Парковочный тормоз

Парковочная функция реализуется при помощи цилиндров пружинного тормоза. Она не допускает движение поезда во время стоянки и служит для дотормаживания поезда при отсутствии сжатого воздуха.

Поезд в состоянии загрузки должен удерживаться на уклоне 45 ‰. После остановки в тормозных цилиндрах создается С-давление, а давление отпуска снижается до двойного обратного клапана В02.28 посредством управления импульсного клапана В02.23 во время стоянки. Таким образом достигается автоматическое и независимое от элементов управления включение стояночных пружинных тормозов при потере давления в резервуаре В08 и падающем вследствие этого давлении тормозных цилиндров. Парковочный тормоз в результате не подвергается износу, так как происходит полная остановка поезда.

Машинист может управлять парковочным тормозом с помощью двух кнопок: «Включить» и «Выключить».

Кроме того, парковочный тормоз автоматически включается при переключении ключа управления в позицию «0». Состояние давления в тормозных цилиндрах при этом не изменяется.

Пневматическое управление парковочным тормозом происходит в каждом вагоне посредством электрического двойного импульсного магнитного клапана В02.1.23, имеющего два стабильных состояния. Этот клапан имеет ручной режим управления, так что независимо от наличия электрической энергии он может управляться вручную механически.

Перегрузке тормозного цилиндра из-за одновременного влияния сил пружинного тормоза и цилиндра сервисного тормоза препятствует пневматическая система защиты от наложения В02.28.

Режим работы «Готовность» (состояние «Батарея вкл. и кабина машиниста занята»). При включенной батарее, т.е. при активных устройствах управления, протекающей связи многофункциональной поездной шины и занятой кабине машиниста возможно электрическое управление стояночными пружинными тормозами в поезде из этой кабины машиниста. Для включения и выключения пружинного стояночного тормоза на пульте машиниста находятся два нажимных светящихся переключателя «Включить» и «Выключить».

Посредством центрального управления движением и торможением через многофункциональную поездную шину команды включения и выключения одновременно подаются ко всем блокам управления тормозными системами (БУТС), которые непосредственно управляют двойным магнитным импульсным клапаном. Соответствующее состояние отображается на нажимных светящихся выключателях, если все датчики давления стояночного тормоза состава В02.26 передали сообщение о своем состоянии (суммарный сигнал через многофункциональную поездную шину). Если горит кнопка «Выключено», то все стояночные пружинные тормоза состава выключены, если горит кнопка «Включено», соответственно, все стояночные пружинные тормоза состава включены.

Если не все стояночные тормоза приведены в действие, так как один или более были аварийно отпущены, мигает нажимной светящийся выключатель «Включить стояночные пружинные тормоза».

Режим работы «Выкл.» (состояние «Батарея выкл.»). При выключенной батарее, т.е. при неактивных устройствах управления и не протекающей связи многофункциональной поездной шины, или если только одна батарея включена, а кабина машиниста не занята, управление должно осуществляться вручную в отдельных вагонах на двойном импульсном магнитном клапане В02.1.23.

Давление разблокировки цилиндров стояночных пружинных тормозов меньше, чем максимальное давление тормозной магистрали и составляет 5 атм (0,5 МПа). Благодаря этому возможно отпускание пружинного тормоза при буксировке поезда посредством однопроводного электропоезда, обеспечение сжатым воздухом у которого происходит только через тормозную магистраль.

БУТС с помощью ответных сигналов датчиков давления и запорных кранов производит контроль шлангов на разрывы. Он функционирует также и при выходе из строя связи многофункциональной поездной шины. Управление тормозами контролирует давление отпускания пружинных стояночных тормозов и сообщает о результатах управления тягой. При произвольном включении пружинного стояночного тормоза БУТС включает экстренное торможение посредством аппаратного обеспечения. До скорости 5 км/ч он может действовать против включенного пружинного тормоза, чтобы сделать возможной эвакуацию (например, из туннеля).

Остановочное торможение. Стояночный тормоз. Въезд в гору

В конце служебного торможения во время остановки на низких скоростях происходит плавная замена электродинамического тормоза на тормоз прямодействующего типа. Это остановочное торможение выполняется блоком управления тормозами и ЦБУ. Во время стоянки поезда автоматически активируется стояночный тормоз.

Стояночный тормоз остается включенным, пока машинист не даст команду «Движение». Во избежание движения в обратном направлении на наклоне стояночный тормоз отпускается с выдержкой времени. Это действие поддерживается автоматической системой, увеличивающей сцепление колеса с рельсами и заботящейся о минимальном тяговом усилии, которое создается во время фазы отпускания тормоза. Ее работа зависит от скорости, учитывает медленную езду и маневрирование, а также трогание с места в гору. Окончательная настройка отпускания стояночного тормоза осуществляется при вводе поезда в эксплуатацию.

8.6. Режим буксировки и режим чистки

При буксировке буксируемый электропоезд с функционирующей тормозной магистралью и распределительным клапаном может бесступенчато тормозить с помощью тормоза непрямодействующего типа. Если поезд буксируется локомотивом, то они сцепляются посредством вспомогательной сцепки и совместимых соединительных рукавов R17B по ГОСТ 2593. Если поезд обладает тормозной магистралью, отпускание служебного тормоза может ступенчато регулироваться.

При движении накатом вместо буксировки вышедшего из строя поезда осуществляется бесступенчатое торможение с помощью тормозного крана машиниста В32 толкаемого поезда. Кроме того, в любое время может быть отпущен экстренный тормоз посредством аварийной ударной кнопки N03.

При полном выходе из строя тягового оборудования поезд может буксироваться другим поездом такого же типа без технических ограничений тормозной системы. В этом случае торможение происходит как обычно с помощью электропневматического тормоза. В распоряжении находится вся пневматическая тормозная мощность.

При буксировке посредством однопроводной тормозной системы, только со сцепленной тормозной магистралью, возможны ограничения в работе, например необходимо задействовать аварийные рессоры или уменьшить максимальную скорость. Кроме того, тогда должен быть открыт буксировочный кран В12. Со сцепленной питающей магистралью эти рабочие ограничения исчезают. Защита от юза активна, пока достаточно напряжения батареи и пока БУТС находится в рабочем состоянии.

При расцепке как в буксируемом, так и в тяговом поезде включается экстренное торможение.

Как уже было упомянуто, при буксировке без пассажиров и энергоснабжения со скоростью до 100 км/ч предварительное управляющее давление C_v ограничивается с помощью ручного управления, и опасность образования выбоин на колесах вагонов сводится к минимуму, так как защита от юза в этом случае неактивна.

8.7. Отключение тормозного усилия с помощью тормозной магистрали

При превышении давления в тормозной магистрали более значения около 4,3 атм (0,43 МПа) автоматически происходит отключение тормозного усилия электропоезда.

8.8. Пассажирский стоп-кран

В каждом вагоне имеются устройства электрической системы пассажирского аварийного торможения — три пассажирских стоп-крана N01. Если краны приводят в действие, открывается петля пассажирского стоп-крана, которая действует на петлю экстренного торможения. Машинист электропоезда может шунтировать требусмый пассажирский стоп-кран. При срабатывании шунтирования аварийного торможения петля пассажирского стоп-крана снова закрывается, заканчивается ее действие на петлю экстренного торможения, и экстренное торможение прекращается.

8.9. Защита от юза

Пневматическая защита от юза выполняется на колесных парах выборочно. Она активна при всех видах торможения. Благодаря непосредственному токообеспечению от аккумуляторной бортовой сети работа БУТС гарантируется даже при неработающем поезде, поэтому даже во время буксировки поезд защищен от юза. Клапаны защиты от юза располагаются как можно ближе к тормозным цилиндрам. Для ухода за батареей необходимо заменить вычислитель защиты от юза примерно через 10 мин при появлении следующих условий в спящем режиме:

- давление ТМ менее 2,5 атм (0,25 МПа);
- петля экстренного торможения открыта;
- батарея «Стандарт» отключена;
- нет связи с многофункциональной поездной шиной;
- отсутствие сигналов о числе оборотов.

Защита от юза встроена в блок управления торможением В01 и включается самостоятельно снова, если наступает по меньшей мере одно из следующих условий:

- давление ТМ менее 4,6 атм (0,46 МПа);
- петля экстренного торможения закрывается;
- батарея «Стандарт» включается.

Регулирование защиты от юза для электродинамического тормоза воспринимается от любого БУП в вагоне. От противоположного влияния регулятора вычислителя защиты от юза от электродинамического и пневматического тормозов защищает блок управления тормозами. Все включения защиты от юза отображаются на дисплес в кабине машиниста вместе с защитой от боксования.

8.10. Диагностика

Все конструктивные элементы и параметры тормозной системы (например, клапаны защиты от юза, запорные краны с системой контроля, компоненты управления тормозами, давление питающей магистрали и др.) контролируются БУТ. Сообщения обо всех неполадках поступают в блок управления поездом через многофункциональную поездную шину и отображаются на дисплее в занятой кабине машиниста как «Неисправность тормозов». Детальная диагностика осуществляется посредством кодов ошибок в системе управления тормозами.

Сообщения о неполадках отображаются на дисплее непосредственно и без вмешательства машиниста. Например, диагностируются такие случаи:

- общая неполадка системы пневматического тормоза. Это неполадка, которая может быть установлена с помощью верификации и корректировки сигналов и состояний, например, поступают различные сигналы переключателей давления или сенсоров, хотя они должны быть одинаковыми, либо наоборот;

- неполадки в электропневматической тормозной системе;

К электрическим и пневматическим неполадкам относятся следующие:

- тормоз тележки не отпускается, хотя была дана команда на его отпускание, либо тормоз тележки не включается, хотя была дана команда его включить. С-давление и обратные сигналы запорных кранов делают возможной перепроверку работы, когда функционируют цилиндры сервисных тормозов и относящиеся к ним пневматические пути управления тормозов прямодействующего и непрямодействующего типов;

- парковочный тормоз тележки не отпускается, хотя была дана команда его отпустить, или парковочный тормоз тележки не срабатывает, хотя была дана команда его включить. С помощью давления отпускания пружинного стояночного тормоза и обратных сигналов запорных кранов можно распознать, функционируют ли тормозные цилиндры пружинного стояночного тормоза и относящийся к ним путь управления;

- недостаточное снабжение сжатым воздухом. Компрессор рассчитан на 100%-ное обеспечение потребителей сжатым воздухом, причем для нормальной эксплуатации достаточно значительно меньшей производительности. Если несмотря на 100%-ную производительность и осуществление режима повторного включения компрессора в соответствии с нормативами компании «Сименс» величина давления в питающей магистрали достигает значения не более 8,5 атм (0,85 МПа), то можно говорить о неисправности пневмосистемы. Если давление питающей магистрали долгое время не превышает 6,2 атм (0,62 МПа), вероятен дефект пневморессора;

- отключение одного прибора. Один тормоз в вагоне может быть частично или полностью заблокирован вручную. Это улавливается возвратными контактами запорных кранов и индицируется. Также поступают сигнальные сообщения об автоматическом отключении электродинамических тормозов, например, при достижении пограничной температуры;

- большая техническая неисправность системы тормозов поезда, которая препятствует движению.

8.11. Управление и индикация

Управление тормозами, как уже было сказано, осуществляется посредством контроллера движения/торможения, а также кнопками и выключателями, такими как программные клавиши на дисплее. Обе кабины машиниста в этом отношении оборудованы одинаково.

Давление ПМ и ТМ индицируются вместе на одном двойном манометре, так же, как и С-давление обеих тележек соответствующего головного вагона. Поэтому машинист может распознать влияние пневматического тормоза даже при выключенной системе уп-

равления поездом, например при экстренном торможении. С-давления дополнительно индицируются на дисплее.

В кабине в распоряжении машиниста находятся информационные и сигнальные указатели для контроля безупречного функционирования пневматической и тормозной систем. Большинство индикаторов отображаются на дисплее, другая информация поступает с помощью световых индикаторов. На дисплее также отображается готовность к эксплуатации или неисправность сервисных и парковочных тормозов и их реакция на команды включения и отпуска.

Кроме того, на дисплее индицируется срабатывание аварийного тормоза после приведения в действие пассажирского стоп-крана, срабатывание защиты от юза и состояние пневмоподвески загрузки.

8.12. Блок управления тормозами

Задача блока управления тормозами — оптимальное преобразование тормозных функций. Например, при служебном торможении реализуется требуемое машинистом тормозное усилие, оно распределяется по имеющимся тормозам в соответствии со стратегией торможения.

Электропоезд является наименьшей единицей, т.е. один движущийся вагон не рассматривается.

ЦБУ, осуществляющий общие задачи управления, выполнен избыточным. Функции управления приводом принимает на себя блок управления приводом (БУП) соответствующего головного вагона.

Каждый вагон имеет один блок управления тормозной системой (БУТС), в котором интегрированы три функции:

- центрального блока управления тормозами (головной вагон);
- сегментного блока управления тормозами (головной вагон);
- локального блока управления тормозами.

Физически данные функции не существуют как самостоятельные приборы и обозначаются как логические приборы.

Эти тормозные функции управляют отдельными вагонами состава. Состав включает отдельные сегменты, один сегмент управляет электропоездом. При обычной тяге по техническим причинам работает только один сегмент, при двойной тяге — два и т.д.

Тормозные сигналы внутри одного сегмента передаются посредством системы поездных шин — многофункциональной поездной шины. При тяге по принципу нескольких единиц сегменты и существующие в них многофункциональные поездные шины связаны с проводной поездной шиной посредством межсетевого шлюза. Все БУТС связаны друг с другом и обмениваются данными посредством поездных шин.

8.12.1. Центральный блок управления тормозами

Для оптимального распределения тормозного усилия функции блока управления тормозной системой поделены на иерархические уровни. На высшем уровне находится центральный блок управления тормозами, который отвечает за весь поезд. Он используется в основном при тяге посредством нескольких единиц, т.е. при сцепленных электропоездах. Он реализуется в БУТС ведущего электропоезда с активной кабиной машиниста. При выходе из строя этого БУТС роль центрального блока управления тормозами принимает на себя другой БУТС ведущего электропоезда.

8.12.2. Сегментный блок управления тормозами

В каждом электропоезде находится один сегментный блок управления тормозами. Он реализуется в БУТС первого по ходу движения головного вагона. При выходе из

строая этого БУТС, функции сегментного блока управления тормозами принимает на себя другой БУТС.

8.12.3. Локальный блок управления тормозами

Все БУТС независимо от их возможных функций управляют тормозами соответствующего вагона. Эта функция далее будет обозначаться как функция локального блока управления тормозами. БУТС обладает одним интерфейсом технического обслуживания и диагностики.

Управление тормозами электропоезда состоит в том, что каждый локальный блок управления тормозами используется и контролирует подчиненную ему тормозную систему в зависимости от обстоятельств (например, доступность тормозной системы, состояние загрузки и прочее).

Требуемые заданные значение торможения, как уже было сказано, поступают от контроллера движения/торможения к центральному блоку управления тормозами посредством ЦБУ. Он через межсетевой шлюз передает заданные значение торможения всем сегментным блокам управления тормозами в составе, которые в свою очередь передают заданные значение торможения через многофункциональную поездную шину всем локальным блокам управления тормозами. При выходе из строя тормоза электропоезда его тормозное усилие не передается на другой электропоезд, т.е. распределение тормозного усилия всегда происходит внутри одного электропоезда.

Локальные блоки управления тормозами во время управления тормозной системой выполняют команды сегментных блоков управления. Они обеспечивают создание С-давления в зависимости от загрузки и управление пружинным стояночным тормозом. При служебном торможении заданные значения передаются также и на электродинамический тормоз, но собственно управление им и контроль все же осуществляют ЦБУ/БУП. Локальные блоки управления тормозами контролируют актуальное состояние и компоненты тормозной системы, например давление тормозной системы и положение кранов и запорных кранов, и сообщают их на сегментный блок управления тормозами вместе с реализованными тормозными усилиями и информацией о статусе.

Сегментные блоки управления тормозами передают все фактические значения и статусные сообщения далее на центральный блок управления тормозной системой. Таким образом, он обладает информацией о тормозной системе целого поезда и обеспечивает обработку получаемой от сегментного блока управления тормозами информации о служебных состояниях и создает посредством ЦБУ сообщения управления и диагностики на дисплее.

8.13. Оборудование тележек

Все тележки оснащены цельными колесными тормозными дисками с внутренней вентилиацией и центровкой C01. Сила тормозной колодки действует посредством компактных колесных клещевых механизмов C05, которые оборудованы тормозными цилиндрами. Подача сжатого воздуха тормозных цилиндров происходит по шланговым соединениям B16 от кузова вагона к тележке. Имеется самостоятельное регулировочное устройство тормозных накладок.

Управление тормозами с помощью сигналов датчиков давления и положения запорных кранов определяет состояние торможения/отпускания тормозных цилиндров и пружинных тормозных цилиндров.

8.14. Обеспечение сжатым воздухом

Поезд оснащен двумя узлами пневмоснабжения. Работа компрессоров приспособляется к потреблению воздуха с учетом достаточного количества резервного воздуха.

Компрессор рассчитан на 100%-ную эксплуатационную мощность. При выходе из строя одного компрессора осуществлять пневмоснабжение электропоезда в целях торможения может другой, при необходимости дополнительные потребители должны быть отключены. Точная продолжительность включения и резервы определяются в соответствии с расчетом расхода воздуха.

Объем главного воздушного резервуара А08 распределен на все вагоны и в сумме составляет 500 л. Все воздушные резервуары снабжены выпускными кранами для дренажа.

Обеспечение сжатым воздухом в вагонах С и Е не запитывается от питательной магистрали и ее резервуаров с помощью разобщительного крана. Распределение сжатого воздуха происходит посредством трубопроводов и обратных клапанов в резервуары для пневматического тормоза и стояночного пружинного тормоза, а также для токоприемника. Для пневморессор клапан минимального давления L01 выполняет функцию обратного клапана.

Давление питающей магистрали составляет 8—10 атм (0,80—0,1 МПа).

Пневматическая система снабжена предохранительным клапаном с устанавливаемым давлением 10,5 атм (1,05 МПа) ($\pm 3\%$ при температуре выше $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+6/-3\%$ при температуре от -30 до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Пневматическая система снабжает воздухом следующие потребители:

- пневмоподвеску (два сильфона на тележку, двухточечное управление);
- устройство смазки бандажей;
- тифон (гудок);
- туалет;
- пантограф;
- автоматическую тяговую сцепку головных вагонов.

Все потребители могут быть блокированы.

В модуле компрессора существует внешняя возможность питания приточным воздухом А13. Питание осуществляется перед осушителем А04, так что воздух проходит через осушитель. Посредством блокировки разобщительного крана с сигнальными контактами А11 открывается питание приточным воздухом и включается осушитель. Питание приточным воздухом возможно только вместе с энергоснабжением 400 В переменного тока.

Так как нет маслоулавливающих компонентов, необходимо следить за тем, чтобы питание было безмасляным.

8.14.1. Система управления компрессорами

Управление установками пневмоснабжения (компрессор и осушитель воздуха) может осуществляться как с помощью автоматики, так и вручную. В штатном режиме работает только компрессор.

В автоматическом режиме управление осуществляется с помощью системы управления компрессорами в ЦБУ подвижного состава, которая гарантирует равномерную загрузку обоих компрессоров. Находящиеся позади осушителя переключатели давления с устанавливаемыми порогами включения 8 атм (0,80 МПа) А14 и выключения 10 атм (1,0 МПа) А07 сигнализируют о фактическом состоянии давления питающей магистрали. Оно записывается в цифровой вход KLIP многофункциональной поездной шины ЦБУ. Управление силовым контактора компрессора осуществляется также посредством цифрового выхода KLIP многофункциональной поездной шины.

Включение компрессора должно производиться в разное время с включением других больших потребителей во избежание пиковых нагрузок бортовой сети. Посредством сравнения с другими сигналами переключателя давления питающей магистрали электропоезда система управления компрессорами может диагностировать поломку пере-

ключателя давления. Это приводит к небольшим ограничениям в работе системы снабжения воздухом.

В случае выхода из строя режима автоматического управления компрессора, например при поломке переключателя давления, машинист может перейти на режим ручного управления. Это делает возможным включение и выключение компрессора независимо от фактических значений давления. Основываясь на индикации давления питающей магистрали, машинист самостоятельно определяет время включения и выключения.

Переключение режимов и ручное обслуживание осуществляются посредством программных клавиш на дисплее.

Автоматический защитный выключатель и защитный выключатель мотора контролируются, и выход из строя одного из них сопровождается диагностическим сообщением. В системе управления компрессорами предусмотрен подсчет часов эксплуатации.

При тяге по принципу нескольких единиц в целях равномерного распределения нагрузки главные компрессоры управляются централизованно с ЦБУ ведущего электропоезда, где на дисплее отображается, работает ли компрессор.

В качестве защиты от износа тормозов при превышении минимального давления питающей магистрали — примерно 7 атм (0,7 МПа) — начинается максимальное служебное торможение и включается блокировка тяги.

8.14.2. Резервуары

Резервуары выполнены из стали или алюминия.

Главные воздушные резервуары А08 оснащены выпускными кранами А08001, с помощью которых можно выпустить воздух. Другие резервуары имеют выпускные резьбовые пробки.

Снабжение сжатым воздухом может быть изолировано с помощью электрического запорного крана А14 от питательной магистрали. Воздух из питательной магистрали и главных резервуаров А08 при этом не выпускается.

8.15. Контроллер движения/торможения

Контроллер движения/торможения имеет четыре положения: «Движение», положение «Ноль», «Служебный тормоз» и «Экстренный тормоз». Положения «Ноль» и «Экстренный тормоз» разграничены, поэтому для переключения контроллера нужно преодолеть ощутимое сопротивление.

Посредством перевода контроллера движения/торможения из нулевого положения назад устанавливается желаемое тормозное усилие. Последнее заднее положение — это положение «Экстренный тормоз». Петля экстренного торможения прерывается при этом электрически.

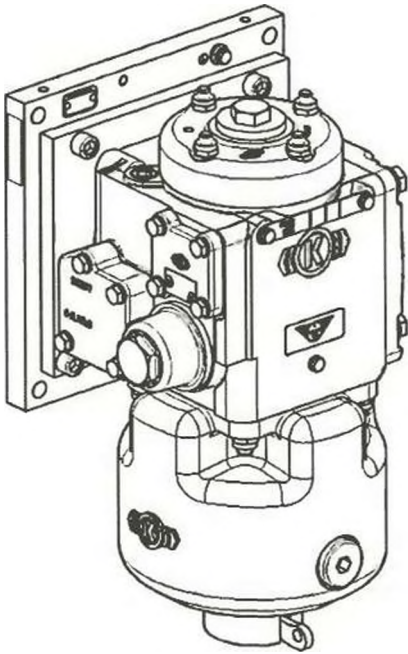
8.16. Модуль воздухораспределителя (В54)

8.16.1. Назначение и состав модуля

Модуль воздухораспределителя преобразует давление ПМ в зависимости от давления в ТМ в управляющее давление для тормозных цилиндров. Общий вид модуля представлен на рис. 8.7.

Устройство представляет собой комбинацию пневматических и электропневматических устройств, функционально объединенных на одной несущей пластине. Основными частями модуля являются вышеупомянутая несущая пластина и воздухораспределитель.

Рис. 8.7. Общий вид модуля
воздухораспределителя (B54)



Пневматическое соединение между модулем и пневматической системой подвижного состава осуществляются посредством трубопроводов. Несущая пластина включает все каналы сжатого воздуха и отверстия, необходимые для взаимодействия отдельных компонентов. На задней стенке несущей пластины расположены все патрубки сжатого воздуха.

Основные компоненты модуля воздухораспределителя показаны на рис. 8.8.

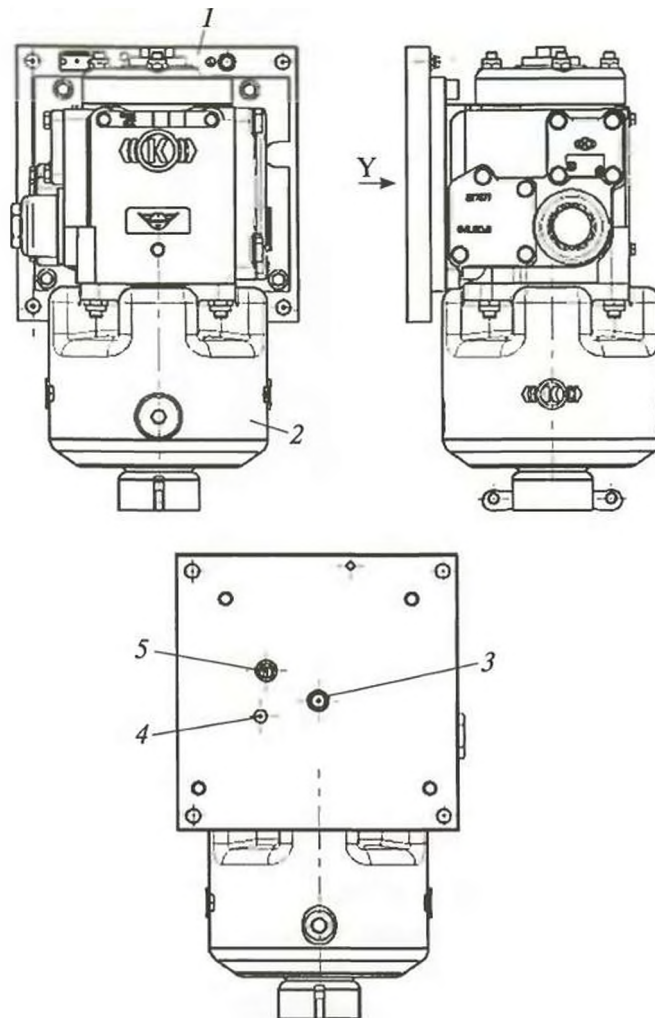


Рис. 8.8. Компоненты модуля воздухораспределителя (B54):

1 — несущая пластина; 2 — воздухораспределитель; 3 — вход сжатого воздуха L; 4 — выход сжатого воздуха (давление C_v); 5 — вход сжатого воздуха R

8.16.2. Конструкция

Воздухораспределитель имеет модульную конструкцию. В его корпусе есть необходимые каналы и выемки и при присоединении соответствующего компонента через монтажную поверхность автоматически устанавливаются требуемые пневматические соединения.

Основными частями воздухораспределителя (рис. 8.9) являются:

- корпус;
- камера управления А с выпускным клапаном;
- крышка R с обратным клапаном без запорного клапана;
- сопловая крышка;
- крышка C_v ;
- промежуточный фланец.

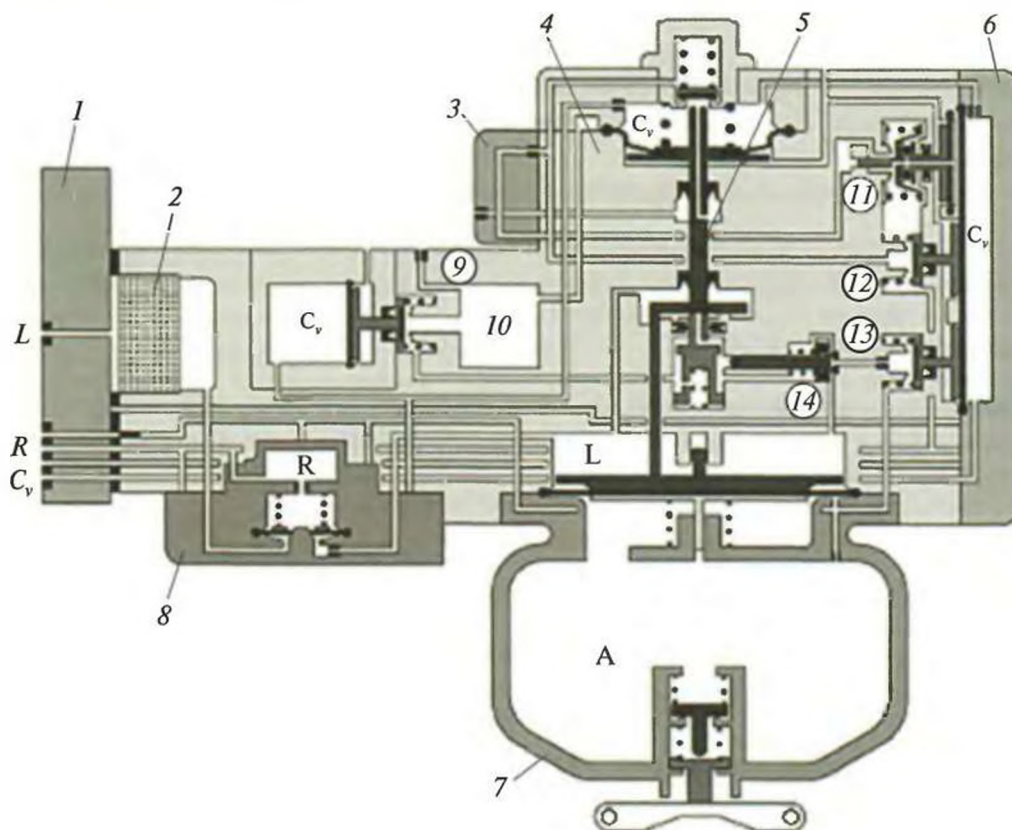


Рис. 8.9. Схема воздухораспределителя:

1 — промежуточный фланец; 2 — воздушный фильтр; 3 — сопловая крышка; 4 — корпус; 5 — клапан с тремя ступенями давления; 6 — крышка C_v ; 7 — камера управления А с выпускным клапаном; 8 — R-крышка; 9 — U-реле контроля; 10 — U-камера; 11 — ограничитель максимального давления; 12 — ограничитель минимального давления; 13 — А-реле контроля; 14 — сопловый выключатель; C_v — давление управления; L — давление ТМ; R — давление в запасном резервуаре

Воздухораспределитель монтируется на приборном щите с помощью промежуточного фланца. Герметизация фланцевого соединения между фланцем и приборной доской осуществляется с помощью уплотняющих элементов.

Особенности конструкции воздухораспределителя:

- моменты торможения и отпуска зависят от величины управляющего объема;
- скорость тормозной волны в поездах, оснащенных данным воздухораспределителем (с чисто пневматическим принципом действия), достигает не менее 285 м/с;

— воздухораспределитель чувствителен к управляемым перепадам давления в ТМ. Начало торможения осуществляется менее чем через одну секунду после снижения давления в тормозной магистрали на 0,06 МПа (0,6 кгс/см²) за 6 с.

— воздухораспределитель не чувствителен к неуправляемым перепадам давления в ТМ — при снижении давления в тормозной магистрали на величину до 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) в течение 50 с торможение не происходит;

— максимальное давление в тормозном цилиндре ограничивается, соответственно, ограничителем максимального давления независимо от размера запасного резервуара, давления в запасном резервуаре и величины хода тормозного цилиндра. Тем самым, ограничитель максимального давления предотвращает торможение на юз и блокировку колес.

Потери воздуха в подводящих трубопроводах тормозного цилиндра или в самом тормозном цилиндре могут быть компенсированы за счет запасного резервуара. Запасные резервуары пополняются из тормозной магистрали через обратный клапан в крышке R.

Крышка R не оснащена запорным клапаном. Воздухораспределитель должен запирается снаружи, и из него необходимо удалить воздух. Для полной откачки воздуха из воздухораспределителя дополнительно необходимо задействовать выпускной клапан в камере управления А. Выпускной клапан необходимо вытягивать до полного отпущения тормоза.

Технические характеристики воздухораспределителя приведены в ниже.

Технические характеристики воздухораспределителя

Время торможения (до 95 % максимального давления), с.....	3—5
Время отпуска тормоза (с 3,4 до 0,4 кгс/см ²), с.....	7—10
Давление управления C _у , кгс/см ²	3,8±0,1
Рабочее давление в ТМ, кгс/см ²	5
Максимальное рабочее давление, кгс/см ²	6
Падение давления в ТМ при торможении до полной остановки, кгс/см ²	1,5±0,1
Объем рабочей камеры А, л.....	4
Время наполнения рабочей камеры А с 0 до 4,8 кгс/см ² , с.....	160—200
Температура окружающей среды, °С.....	–50/+70

Корпус

Корпус выполняет следующие функции:

- преобразование снижения давления в ТМ в соответствующее управляющее давление или давление в тормозном цилиндре;
- ускорение снижения давления в ТМ при начале торможения;
- поддержание управляющего давления А;
- быстрая установка минимального давления для включения тормоза;
- поддержание установленного давления в тормозном цилиндре;
- ограничение максимального давления в тормозном цилиндре;
- защита от отпускных толчков.

Корпус содержит следующие узлы:

- воздушный фильтр, который предотвращает проникновение грязи из ТМ в воздухораспределитель и тем самым обеспечивает долгий срок службы воздухораспределителя;
- клапан с тремя ступенями давления, который управляет в зависимости от величины и скорости изменений давления в ТМ подачей воздуха в тормозной цилиндр, а также откачкой воздуха из тормозного цилиндра. Клапан чувствителен к управляемым перепадам давления в ТМ. Кроме того, он активизирует ускоритель и управляет устройством защиты от отпускных толчков;

– ускоритель, который состоит из U-реле контроля избыточного давления с U-камерой избыточного давления, управляющей втулки и соплового выключателя. При начале торможения из ТМ воздух поступает в камеру U, что обеспечивает первичное понижение давления и быструю передачу импульса торможения по всему составу;

– реле контроля А, преобразующее давление ТМ в управляющее давление А, которое в свою очередь контролируется сопловым выключателем и управляющим давлением C_v . Так как контрольное устройство А соединено с устройством ускорения посредством соплового выключателя, тормоз надежно предохранен от истощения давления управления А. Благодаря этому также достигается оптимальная готовность устройства ускорения к работе по окончании отпуска тормоза;

– ограничитель минимального давления, который при начале торможения обеспечивает быстрое наполнение тормозного цилиндра до уровня, соответствующего приблизительно 10 % от достигаемого при полном торможении тормозного усилия;

– ограничитель максимального давления, который, соответственно, ограничивает максимальное давление в тормозном цилиндре независимо от размера запасного резервуара, давления сжатого воздуха в запасном резервуаре и объема тормозного цилиндра. Таким образом предотвращается торможение на юз.

Сопловая крышка

На сопловой крышке имеются тормозное и отпускное сопла, определяющие моменты торможения и отпуска. Сопла предназначены для определенного объема.

Крышка R

При отпуске резервуар наполняется сжатым воздухом из тормозной магистрали через крышку R независимо от своего размера одновременно с падением давления тормозного цилиндра. Запасной резервуар отделен от тормозной магистрали посредством обратного клапана в крышке R.

Сама крышка R не имеет запорного клапана, воздухораспределитель должен запирается снаружи.

Крышка C_v

Воздухораспределитель снабжен крышкой C_v . Она не создает объем работы диафрагмы и клапанов.

Камера управления А с выпускным клапаном

Если потянуть за размыкающее устройство, давление в камере управления А снизится. Тормоз будет отпущен при сохранении давления в запасном резервуаре. После полного заполнения камеры управления А снова станет возможным полноценное торможение подвижного состава.

Для полного опорожнения воздухораспределителя и отпуска тормоза размыкающее устройство следует тянуть до тех пор, пока тормоз не будет полностью отпущен.

Промежуточный фланец

Промежуточный фланец представляет собой переходное звено к приборной доске. Он упрощает монтаж на ней различных элементов и включает все патрубки для сжатого воздуха.

8.16.3. Принцип действия

Работа воздухораспределителя поясняется рис. 8.10—8.17.

Начальное положение наполнения

Давление во всех камерах воздухораспределителя отсутствует:

- под действием пружины сжатия 101.13 (рис. 8.10) клапан с тремя ступенями давления G отводится в отпущенное положение;
- тарелка клапана 101.34 прилегает к корпусу;
- впускной клапан $V_{101,2}$ (R-C_v) закрыт, а выпускной клапан $V_{101,1}$ (C_v-O) открыт;
- мембранная тарелка 101.21 прижимается пружиной 101.22 к толкателям 101.19, опирающимся на тарелку клапана 101.34;
- управляющая втулка 101.37 под действием пружины сжатия 101.36 герметично прижата к тарелке клапана 101.34 и таким образом отсоединяет L от O;
- пружина сжатия 101.43 прижимает сопловый выключатель H к седлу клапана V_H и отсоединяет L от A.

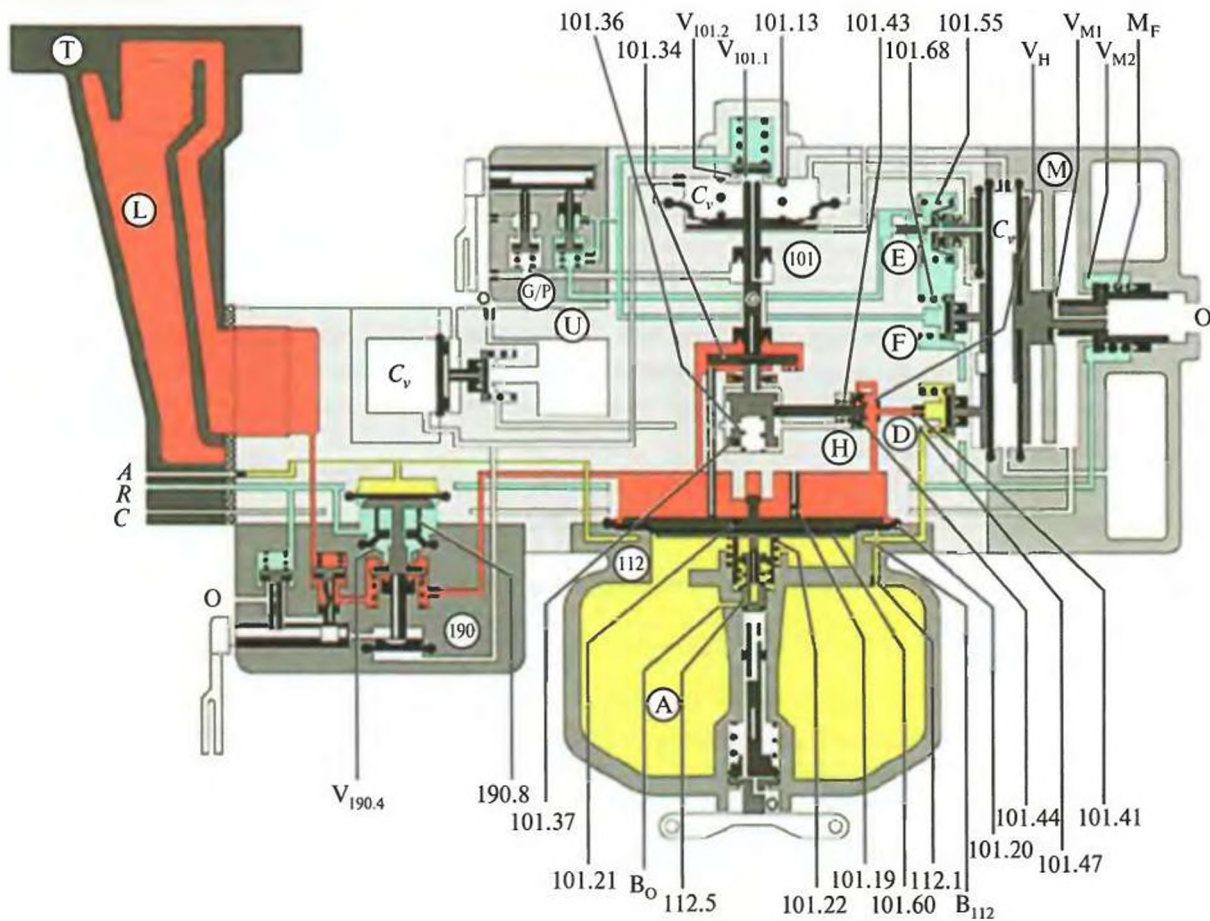


Рис. 8.10. Наполнение воздухораспределителя:

А — давление в камере управления А; В_О, В₁₁₂ — отверстия; С — давление в тормозном цилиндре С; С_у — давление управления; D — А-реле контроля; Е — ограничитель максимального давления; F — ограничитель минимального давления; G — клапан с тремя ступенями давления; G/P — G/P-переключатель; H — сопловый выключатель; L — давление в тормозной магистрали; L — камера, соединенная с ТМ; М — реле давления; М_F — пружина сжатия; О — выход в атмосферу; R — давление в запасном резервуаре R; Т — кронштейн клапана; U — U-реле контроля; V_{101.1}, V_{101.2}, V_{190.4} — клапаны; V_{M1} — выпускной клапан С-О; V_{M2} — впускной клапан R-С; 101 — корпус; 101.13, 101.22, 101.36, 101.43, 101.47, 101.55, 101.68, 190.8 — пружины сжатия; 101.19 — толкатель; 101.20 — фасонная мембрана; 101.21 — мембранная тарелка; 101.34 — тарелка клапана; 101.37 — управляющая втулка; 101.41 — резьбовая втулка с впрысываемым соплом; 101.44 — толкатель; 101.60 — опорный поршень; 112 — камера управления А с быстровыпускным клапаном; 112.1 — сопло; 112.5 — заслонка; 190 — R-наполнитель с запорным вентилем

Теперь А-реле контроля открыто (пружина сжатия 101.47). Ограничитель минимального давления F и ограничитель максимального давления E открыты (пружины сжатия 101.68 и 101.55).

Реле давления M (на воздухораспределителе KETd вместо реле давления имеется только крышка) находится в положении отпуска; впускной клапан VM2 с R на C закрыт (пружина сжатия M_F), выпускной клапан V_{M1} с C на O открыт.

В R-наполнителе 190 (на воздухораспределителе KETd вместо R-наполнителя имеется R-крышка) запорный клапан блокирует соединение с L, и воздух от R выпускается к O; обратный клапан V190.4 L-R закрыт (пружина сжатия 190.8).

Наполнение воздухораспределителя

Когда запорный элемент открыт и давление L повышается до рабочего давления, наполняется камера над мембранной тарелкой 101.21. При давлении 0,22 МПа (2,2 кгс/см²) открывается сопловый выключатель H, и толкатель 101.44 фиксирует управляющую втулку 101.37 с фрикционным замыканием.

Через сопло 101.41 сжатый воздух из L поступает в камеру управления A:

- давление L прижимает мембранную тарелку 101.21 вниз к фасонной мембране 101.20 с опорным поршнем 101.60;

- заслонка 112.5 перемещается над отверстием для удаления воздуха B_O вниз и отсоединяет A от O;

- под действием разности давлений L-A фасонная мембрана 101.20 закрывает отверстие B112.

Камера управления A наполняется теперь с дросселированием через сопло 112.1.

Из тормозной магистрали воздух (через обратный клапан V_{190.4} в R-наполнителе) поступает как к запасному резервуару, так и к выпускному клапану V_{M2} в реле давления M.

Воздух R поступает без дросселирования через ограничитель минимального давления F к выпускному клапану V_{101.2} (R-C_v).

Воздух R поступает также через открытый ограничитель максимального давления E к тормозным соплам. Ограничитель максимального давления закрывается, когда давление R достигнет заданного максимального давления в тормозном цилиндре, и запирает тем самым соединение R в ограничителе максимального давления с тормозными соплами.

Через тормозные сопла на ограничитель максимального давления по-прежнему воздействует давление R.

Конечное положение наполнения

При достижении номинального рабочего давления в камерах L, R и A воздухораспределитель находится в конечном положении наполнения (рис. 8.11):

- мембранная тарелка 101.21 сопротивляется усилию пружины сжатия 101.22, подпираемая толкателем 101.19, тарелкой клапана 101.34 и тарелкой клапана C_v с помощью пружины сжатия 101.13;

- в быстровыпускном клапане 112 давление A удерживает заслонку 112.5 против усилия пружины 112.7 в запорном положении A-O; гильза 112.3 прилегает к своему нижнему упору и не передает усилия на опорный поршень 101.60.

Воздухораспределитель теперь готов к торможению в режиме своей нормальной чувствительности. В конечном положении наполнения воздухораспределитель сохраняет давление относительно R и A; потери давления компенсируются через сопловое отверстие R (190.11a) и обратный клапан V_{190.4}.

Фаза I торможения

При снижении давления L в режиме служебного торможения срабатывание тормоза определяется максимальным самовыравниванием L-A через сопло 101.41 (рис. 8.12).

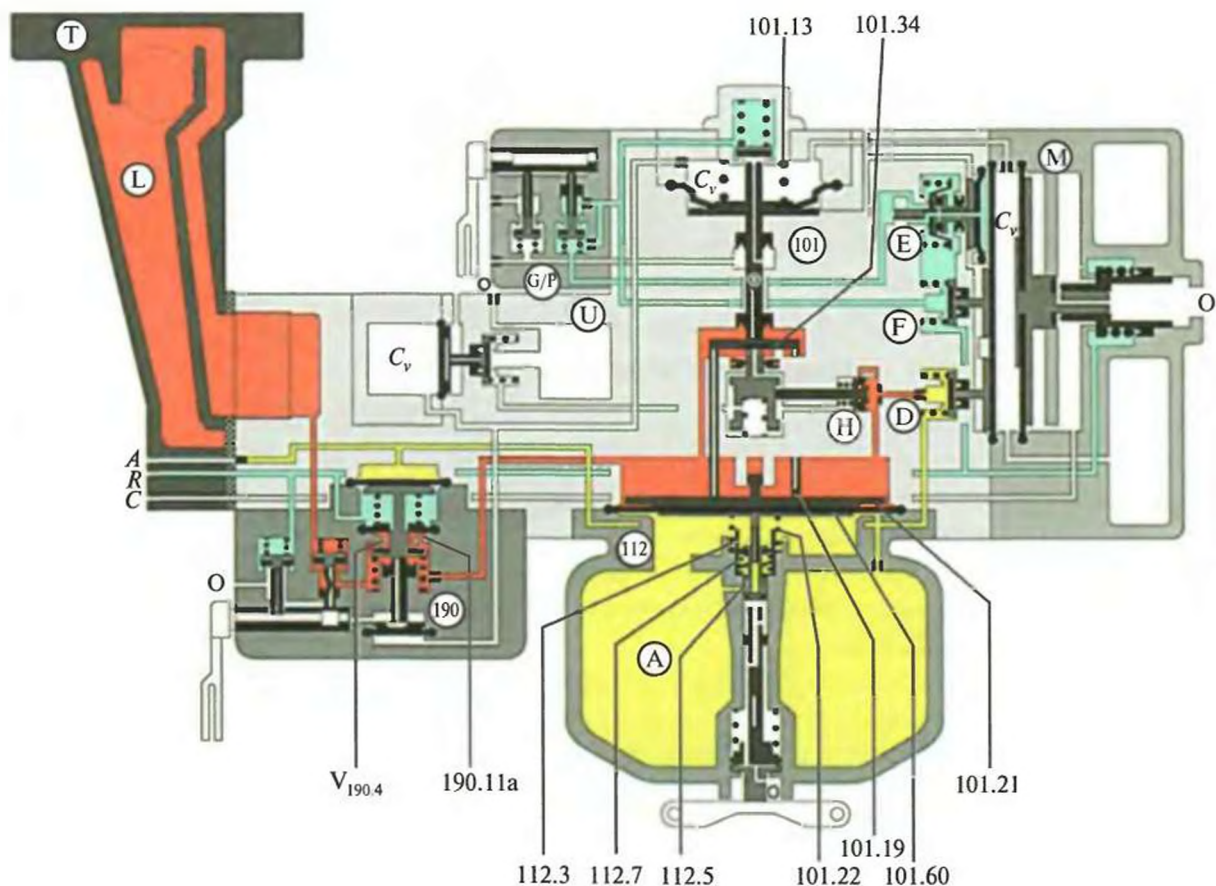


Рис. 8.11. Окончание наполнения:

A — давление в камере управления *A*; *C* — давление в тормозном цилиндре *C*; C_v — давление управления; *D* — *A*-реле контроля; *E* — ограничитель максимального давления; *F* — ограничитель минимального давления; *G* — клапан с тремя ступенями давления; *G/P* — *G/P*-переключатель; *H* — сопловый выключатель; *L* — давление в тормозной магистрали; *L* — камера, соединенная с *ТМ*; *M* — реле давления; *O* — выход в атмосферу; *R* — давление в запасном резервуаре *R*; *T* — кронштейн клапана; *U* — *U*-реле контроля; $V_{190.4}$ — клапан; 101 — корпус; 101.13, 101.22, 112.7 — пружины сжатия; 101.19 — толкатель; 101.21 — мембранная тарелка; 101.34 — тарелка клапана; 101.60 — опорный поршень; 112 — камера управления *A* с быстровыпускным клапаном; 112.3 — втулка; 112.5 — заслонка; 190 — *R*-наполнитель с запорным вентилем; 190.11a — сопловое отверстие *R*

Когда давление *L* упадет настолько, что разность давлений между *L* и *A* на мембранной тарелке 101.21 будет достаточно велика, тарелка клапана 101.34 поднимется толкателями 101.19; управляющая втулка 101.37 вследствие фиксации сопловым выключателем *H* с фрикционным замыканием не может следовать за тарелкой клапана 101.34, за счет чего открывается клапан $V_{101.3}$ и *L* через впускное отверстие *U*-реле контроля соединяется с *U*-камерой.

За счет дросселирования камеры *L* в воздухораспределителе по отношению к тормозной магистрали через сопловое отверстие *L* (190.11b) воздух *L* расширяется и создает повышенную разность давлений *L-A* на мембранной тарелке 101.21; клапан с тремя ступенями давления *G* ускоренно перемещается в верхнее положение торможения.

При открытии клапана $V_{101.3}$ (*L-K*) создается давление, действующее сзади на сопловый выключатель *H*, в результате чего под действием пружины сжатия 101.43 сопловый выключатель перемещается в запорное положение *L-A* (клапан V_H закрыт).

Таким образом, воздухораспределитель из режима нормальной чувствительности переключается на абсолютную чувствительность; управляющее давление *A* сохраняется.

За счет поступления воздуха *L* через управляющую втулку 101.37 в *U*-камеру *K* на управляющей втулке образуется давление подпора, удерживающее управляющую втул-

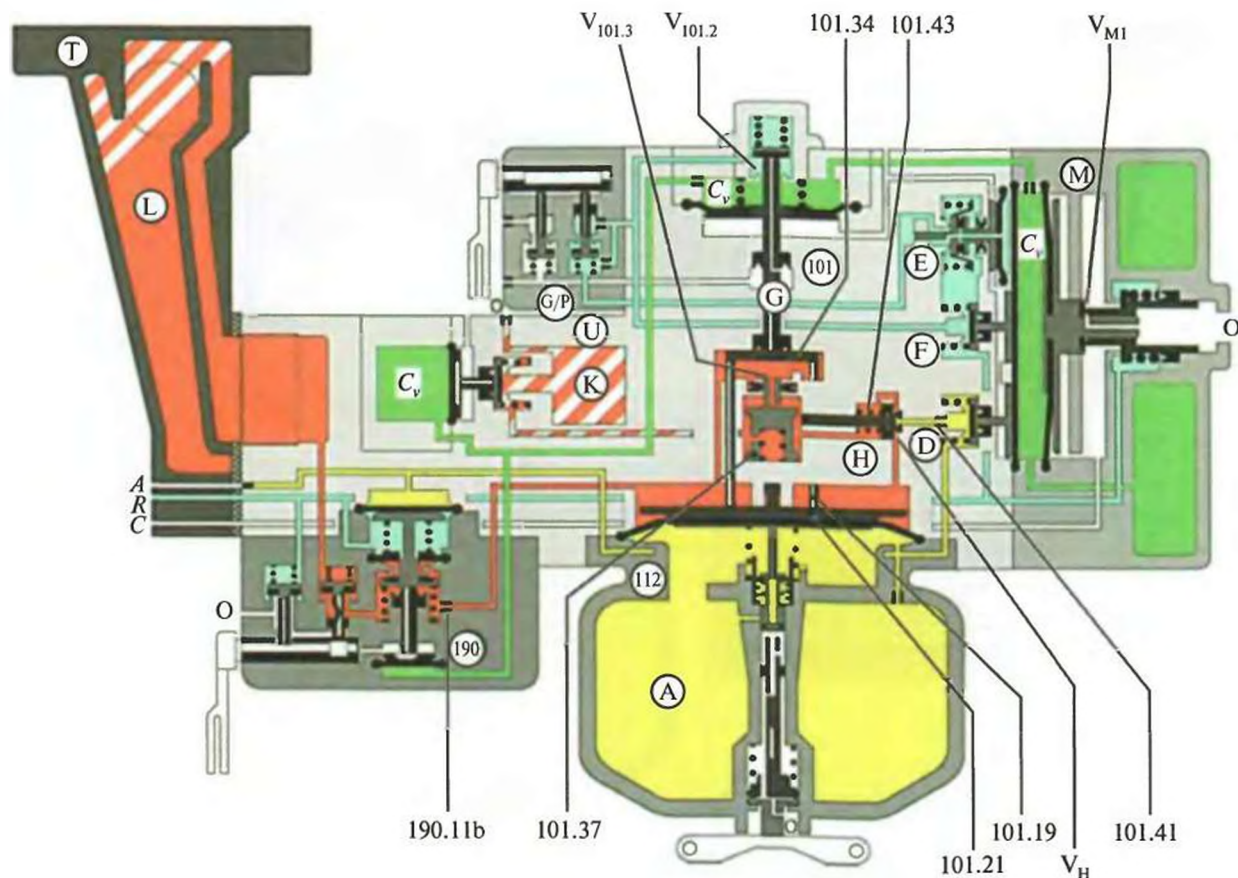


Рис. 8.12. Фаза I торможения:

A — давление в камере управления A; C — давление в тормозном цилиндре C; C_v — давление управления; D — A-реле контроля; E — ограничитель максимального давления; F — ограничитель минимального давления; G — клапан с тремя ступенями давления; G/P — G/P-переключатель; H — сопловый выключатель; K — U-камера; L — давление в тормозной магистрали; M — реле давления; O — выход в атмосферу; R — давление в запасном резервуаре R; T — кронштейн клапана; U — U-реле контроля; $V_{101.3}$, $V_{101.2}$ — клапаны; V_{M1} — выпускной клапан C-O; 101 — корпус; 101.19 — толкатель; 101.21 — мембранная тарелка; 101.34 — тарелка клапана; 101.37 — управляющая втулка; 101.41 — резьбовая втулка с впрыснутым соплом; 101.43 — пружина сжатия; 112 — камера управления A с быстроотпускающим клапаном; 190 — R-наполнитель с запорным вентилем; 190.11b — сопловое отверстие L

ку до закрытия U-реле контроля во впускном положении, хотя фрикционное соединение уже не действует.

Через открытый впускной клапан $V_{101.2}$ и вначале открытый ограничитель минимального давления F создается давление C_v .

Фаза II торможения

Фаза II торможения представлена на рис. 8.13.

Как только перепад давлений между тормозной магистралью и камерой L уменьшится до значения, соответствующего стационарному потоку, клапан с тремя ступенями давления G перемещается из верхнего в нижнее положение торможения. Перепад давлений на сопловом отверстии L (190.11b) возникает за счет того, что воздух из камеры L выходит через управляющую втулку 101.37, клапан V_U U-реле контроля, U-камеру (K) и сопло 101.72.

Давление C_v при значении 0,035 МПа (0,35 кгс/см²) закрывает A-реле контроля (D); в результате обеспечивается двойное отсоединение A от L.

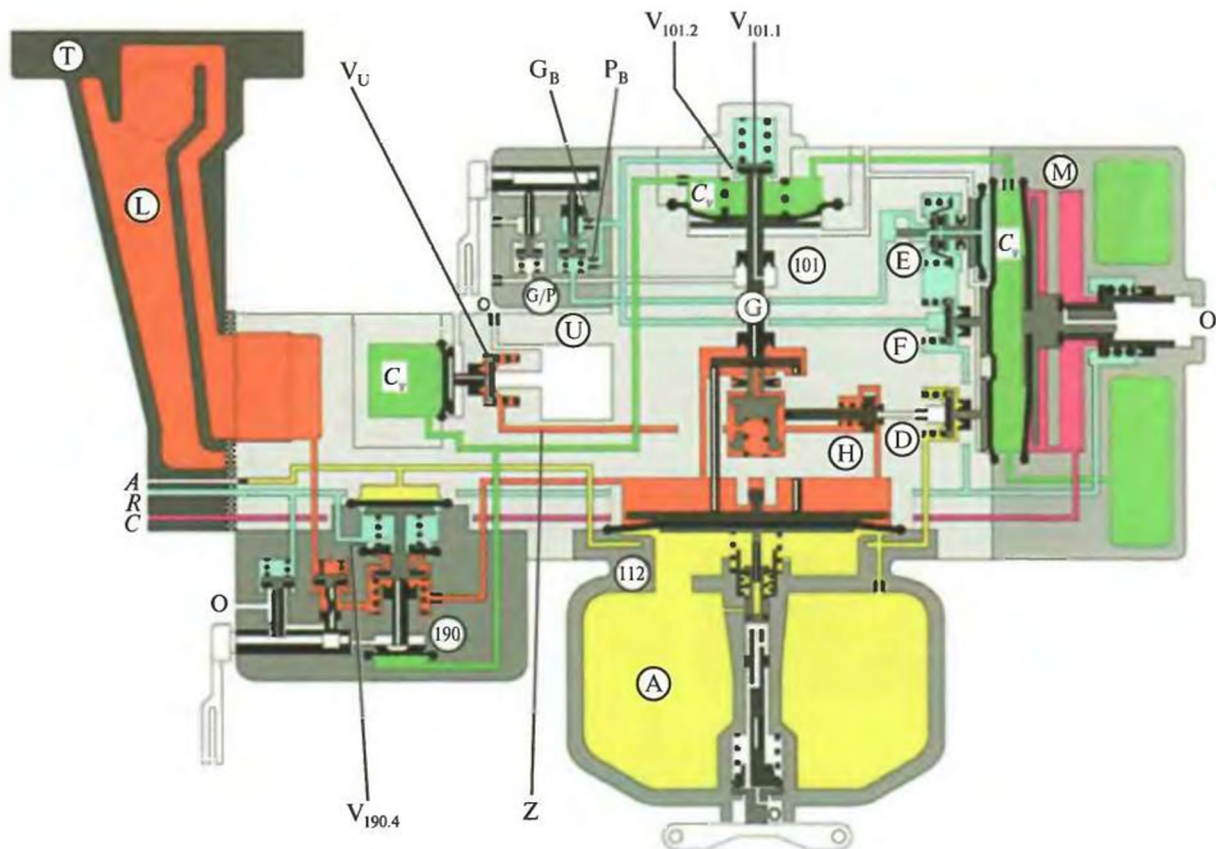


Рис. 8.13. Фаза II торможения:

A — давление в камере управления A ; C — давление в тормозном цилиндре C ; C_v — давление управления; D — А-реле контроля; E — ограничитель максимального давления; F — ограничитель минимального давления; G — клапан с тремя ступенями давления; G/P — G/P -переключатель; H — сопловый выключатель; L — давление в тормозной магистрали; L — камера, соединенная с ТМ; M — реле давления; O — выход в атмосферу; P_B , G_B — тормозные сопла; $V_{101.1}$ — клапан компенсации утечек; $V_{101.2}$ — впускной клапан; $V_{190.4}$ — обратный клапан

Запертое положение соплового выключателя H обеспечивается соединением Z .

С задержкой по времени через сопло 101.2.3 U -реле контроля закрывает клапан V_U при давлении 0,026 МПа (0,26 кгс/см²) в камере управления C_v , U -реле контроля и заканчивает процесс ускорения. Возможные утечки в клапане V_U компенсируются за счет L .

Теперь управляющая втулка 101.37 быстро перемещается в конечное положение торможения вслед за тарелкой клапана 101.34.

Одновременно давление C_v воздействует через мембрану 190.14 на тарелку клапана 190.7 и тем самым способствует запертому положению клапана $V_{190.3}$. Соединение L с R обеспечивается только через сопловое отверстие R (190.11a).

С момента начала торможения камеры давления L и R разделены обратным клапаном $V_{190.4}$, так как давление L ниже давления R .

В результате подъема давления C_v открывается выпускной клапан V_{M2} реле давления M .

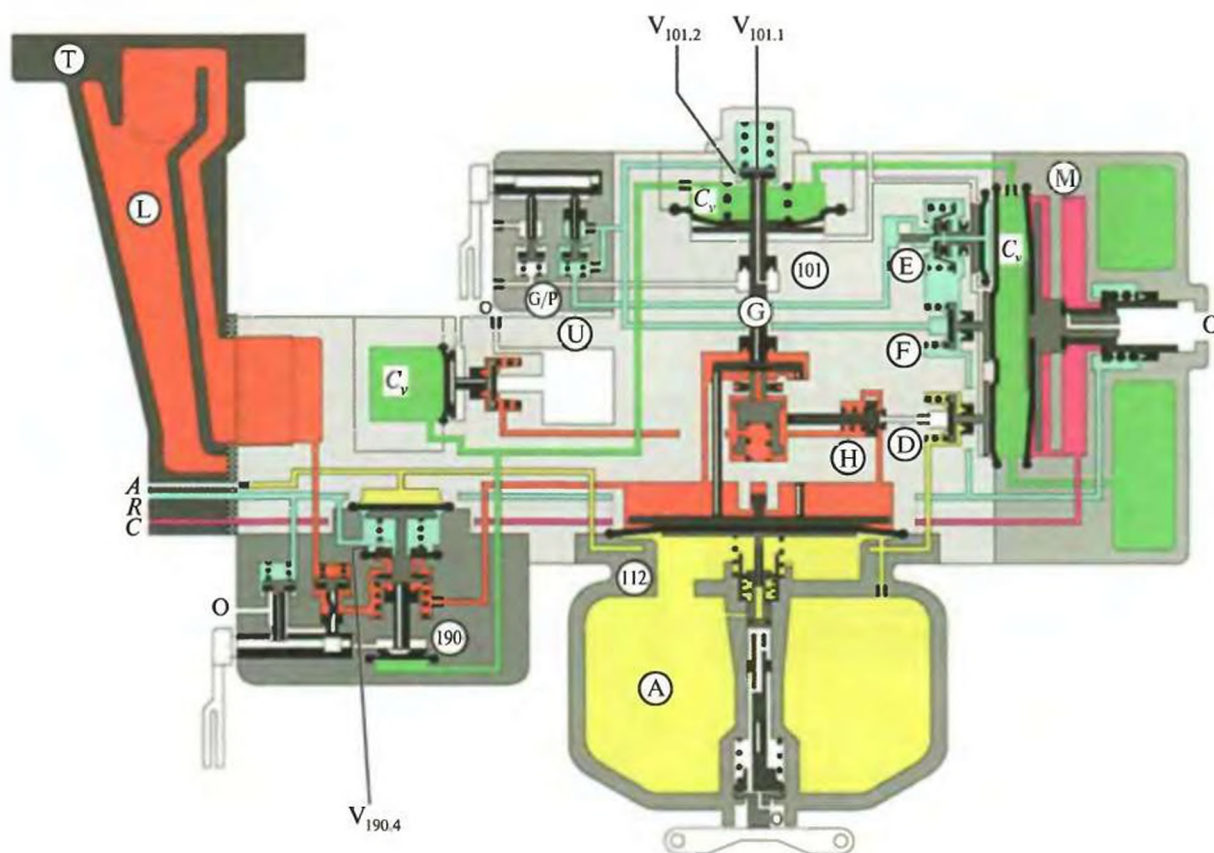
За счет имеющегося передаточного отношения $C_v:C = 1:1$ используемого реле давления $KR-1d$ при каждом повышении давления C_v в той же степени изменяется давление C .

При давлении C_v порядка 0,07 МПа (0,7 кгс/см²) закрывается ограничитель минимального давления F , и дальнейший рост давления C_v происходит исключительно через тормозные сопла P_B или P_B и G_B в соответствии с дальнейшим снижением давле-

Скорость подъема давления C_p определяется, с одной стороны, скоростью снижения давления L в тормозной магистрали, а с другой стороны — тормозными соплами согласно положению для соответствующей категории поезда.

Положение перекрыши представлено на рис. 8.14.

В результате прерываются соединения R-C_v, C_v-O, а также R-C и C-O в реле давления. Любое последующее снижение давления в тормозной магистрали (до давления в ТМ 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) — полное торможение) ведет к повышению давления C_v. Чувствительность является абсолютной, так как соединение L-A прервано. Вследствие этого клапан чувствителен даже к небольшим и медленным изменениям давления в тормозной магистрали.



А — давление в камере управления А; С — давление в тормозном цилиндре С; C_v — давление управления; D — А-реле контроля; Е — ограничитель максимального давления; F — ограничитель минимального давления; G — клапан с тремя ступенями давления; G/P — G/P-переключатель; H — сопловый выключатель; L — давление в тормозной магистрали; L — камера, соединенная с ТМ; М — реле давления; О — выход в атмосферу; R — давление в запасном резервуаре R; Т — кронштейн клапана; U — U-реле контроля; 101 — корпус; 112 — камера управления А с быстровыпускным клапаном; 190 — R-наполнитель с запорным вентилем; $V_{101.1}$ — клапан компенсации утечек; $V_{101.2}$ — впускной клапан; $V_{190.4}$ — обратный клапан

В заключительном положении торможения клапан также сохраняет давление в рамках заданного перепада давлений. Утечки воздуха с C_v на O на воздухораспределителях KETd компенсируются через ограничитель максимального давления E из R .

При необходимости производится подпитка R через обратный клапан $V_{190.4}$ из L . Утечки воздуха с R на C на воздухораспределителях KETd компенсируются из главной поршневой системы. Компенсация утечек воздуха с R на C_v (впускной клапан $V_{101.2}$) осуществляется через клапан $V_{101.1}$ на O .

Если давление в тормозной магистрали при быстром торможении опустится ниже соответствующего полному торможению значения, клапан с тремя ступенями давления G перемещается из заключительного положения торможения в верхнее положения торможения, при этом открывается клапан $V_{101.2}$ (соединение R с C_v). Однако ограничитель максимального давления E препятствует дальнейшему повышению давления C даже при высоком давлении R . За исключением поддержания давления R из L это не влияет на режим подпитки.

Фаза I отпуска

Фаза I отпуска показана на рис. 8.15.

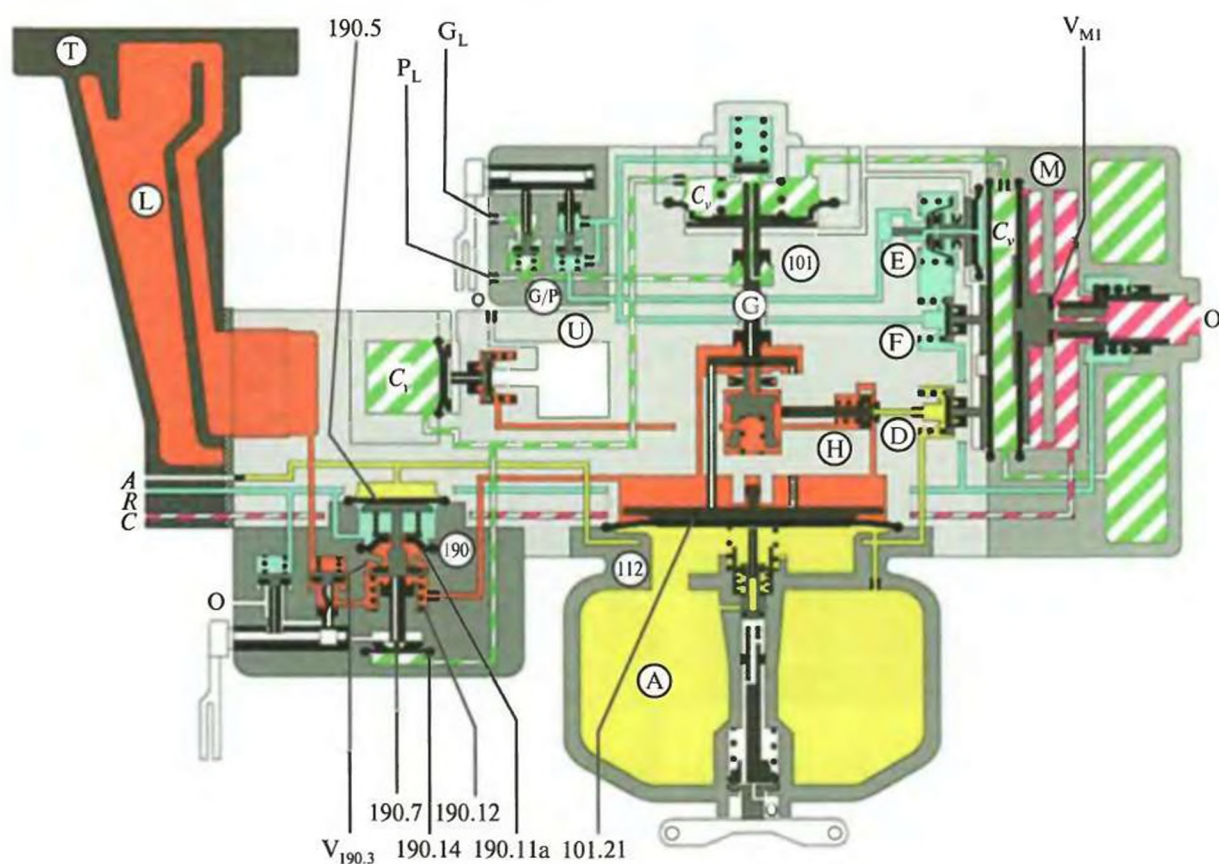


Рис. 8.15. Фаза I отпуска:

A — давление в камере управления A ; C — давление в тормозном цилиндре C ; C_v — давление управления; D — A -реле контроля; E — ограничитель максимального давления; F — ограничитель минимального давления; G — клапан с тремя ступенями давления; G/P — G/P -переключатель; H — сопловый выключатель; L — давление в тормозной магистрали; L — камера, соединенная с TM ; M — реле давления; O — выход в атмосферу; P_L , G_L — отпусковые сопла; R — давление в запасном резервуаре R ; T — кронштейн клапана; U — U -реле контроля; V_{M1} — выпускной клапан $C-O$; $V_{190.3}$ — клапан отпуска; 101 — корпус; 101.21 — мембранная тарелка; 112 — камера управления A с быстровыпускным клапаном; 190 — R -наполнитель с запорным вентилем; 190.5 — фасонная мембрана; 190.7 — тарелка клапана; $190.11a$ — сопловое отверстие R ; 190.12 — пружина сжатия; 190.14 — диафрагма

Если из положения перекрыши давление в тормозной магистрали повышается, то разность давлений $A-L$ на мембранной тарелке 101.21 снижается, и равновесие системы с тремя ступенями давления заново устанавливается за счет сброса давления C_v .

Если давление в тормозной магистрали в ходе отпуска поднимается до номинального рабочего давления, то клапан трех давлений выпускает воздух из тормозного цилиндра из G в направлении O .

При дальнейшем снижении давления C_v , когда давление станет ниже минимального давления в тормозном цилиндре — порядка 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), — открывается ограничитель минимального давления F , а при значении C_v , равном 0,035 МПа (0,35 кгс/см²), открывается A -реле контроля (D). Соединение между L и A остается заблокированным сопловым выключателем H . В результате выравнивание давления A и давления L не происходит.

Одновременно в R -наполнителе снижается усилие закрытия, обеспечиваемое воздействием давления C_v через мембрану 190.14 на тарелку клапана 190.7; возникает взаимодействие усилий за счет разности давлений A и R , действующей на большую площадь поршня (фасонная мембрана 190.5), и усилия пружины сжатия 190.12, действующего с давлением C_v на малую поверхность поршня (мембрана 190.14). За счет этого управление раскрытием клапана $V_{190.3}$ в зависимости от C_v происходит таким образом, что запасной резервуар подпитывается количеством воздуха, необходимым для достижения максимального давления в тормозном цилиндре при последующем торможении.

В зависимости от фактической разности давлений L и R запасной резервуар подпитывается через сопловое отверстие R (190.11а) в процессе всего отпуска.

Таким образом, при отпуске в запасной резервуар подается лишь то количество воздуха из тормозной магистрали, которое обеспечивает неистощимость тормоза. Остаток воздуха способствует быстрому и равномерному подъему давления в ТМ.

Так как клапан $V_{190.3}$ начинает закрываться при давлении воздуха R , равном 0,42 МПа (4,2 кгс/см²), отпуск ускоряется.

Время срабатывания воздухораспределителя определяется скоростью подъема давления в тормозной магистрали; однако, если L возрастает быстрее, чем возможен сброс C_v через отпускные сопла P_L или G_L и P_L , время срабатывания зависит от сброса давления C_v .

Фаза II отпуска

Фаза II отпуска представлена на рис. 8.16.

Когда давление в тормозной магистрали приближается к 0,483 МПа (4,83 кгс/см²), что соответствует давлению $C_v = 0,026$ МПа (0,26 кгс/см²), открывается U -реле контроля и активизирует ускоритель.

Из соплового выключателя H через клапан V_U выпускается воздух на стороне управляющей втулки. Он перемещается в левое конечное положение, открывает соединение между L и A через A -реле контроля D и фиксирует управляющую втулку 101.37 с фрикционным замыканием.

Давление A становится равным давлению L , и пружина сжатия 101.13 перемещает клапан с тремя ступенями давления G в полностью отпущенное положение.

Давления A и L синхронно повышаются до номинального рабочего давления. Когда давление в тормозной магистрали после открытия U -реле контроля снова опускается, восстанавливается первоначальная тормозная чувствительность воздухораспределителя при одновременной активации ускорителя; т.е. в воздухораспределителе возможны только следующие состояния:

— нормальная чувствительность воздухораспределителя — ускоритель активирован (клапан V_U открыт);

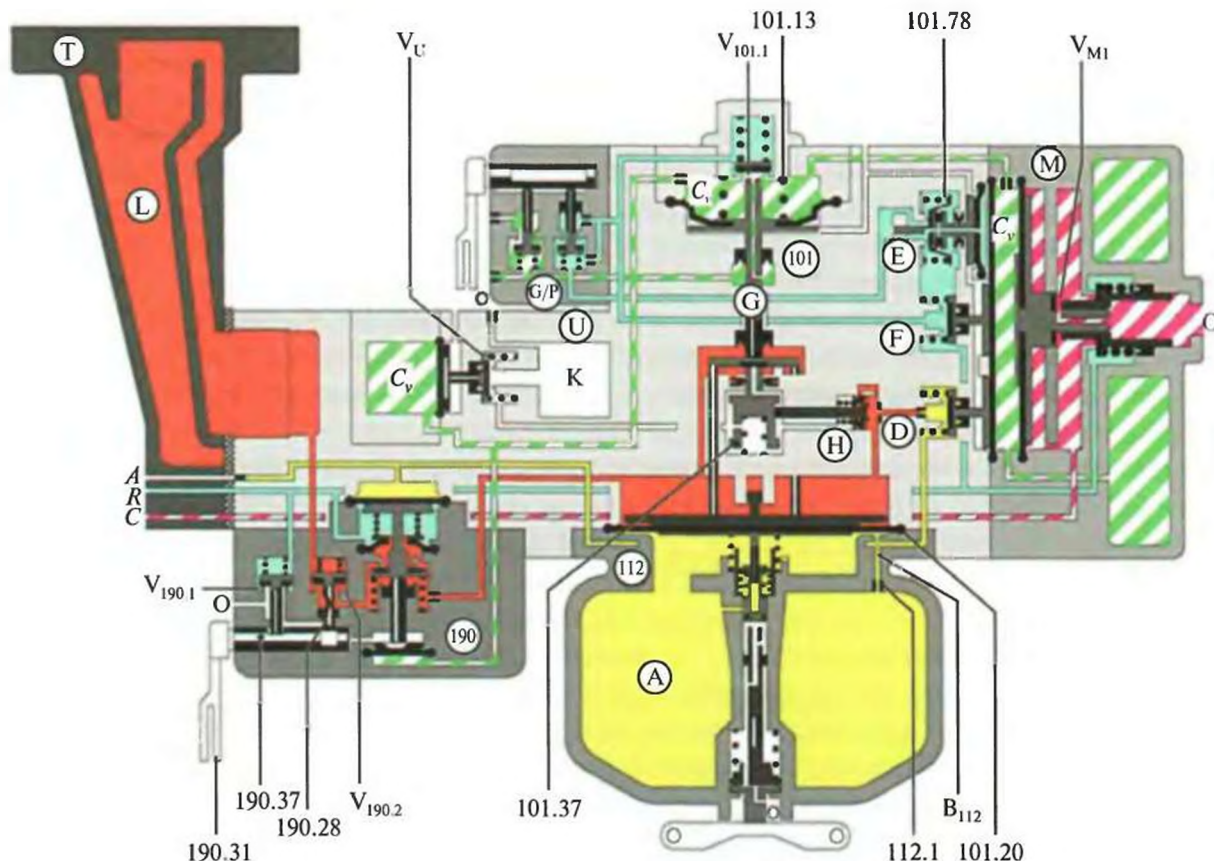


Рис. 8.16. Фаза II отпуска:

A — давление в камере управления A ; C — давление в тормозном цилиндре C ; C_v — давление управления; D — A -реле контроля; E — ограничитель максимального давления; F — ограничитель минимального давления; G — клапан с тремя ступенями давления; G/P — G/P -переключатель; H — соплый выключатель; K — U -камера; L — давление в тормозной магистрали; L — камера, соединенная с ТМ; M — реле давления; O — выход в атмосферу; R — давление в запасном резервуаре R ; B_{112} — отверстие, соединяющее камеру управления A с A -реле контроля; U — U -реле контроля; V_{M1} — выпускной клапан $C-O$; V_U — клапан U -реле контроля; $V_{101.1}$ — клапан компенсации утечек; $V_{101.9}$ — клапан выпуска давления из запасного резервуара; $V_{190.2}$ — обратный клапан ТМ; 101 — корпус; 101.13 — пружина сжатия; 101.20 — фасонная мембрана; 101.37 — управляющая втулка; 101.78 — уплотнительное кольцо; 112 — камера управления A с быстровыпускным клапаном; 112.1 — сопло; 190 — R -наполнитель с запорным вентилем; 190.28 — толкатель; 190.31 — вильчатый рычаг; 190.37 — распределительный вал

— абсолютная чувствительность воздухораспределителя — ускоритель не активирован (клапан V_U закрыт).

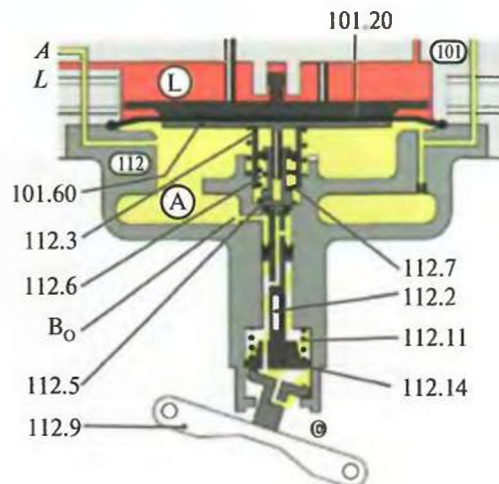
Другие состояния невозможны, в результате чего предотвращается динамическое истощение камеры управления A , а также опасность бесконтрольного торможения при отпуске.

Быстровыпускной клапан

Быстровыпускной клапан обеспечивает как полный автоматический отпуск тормоза, так и выравнивание повышенного давления A с давлением L .

Рис. 8.17. Экстренный отпуск:

A — давление в камере управления A ; B_0 — отверстие снижения давления камеры управления; L — давление в тормозной магистрали; L — камера, соединенная с ТМ; O — выход в атмосферу; 101 — корпус; 101.20 — фасонная мембрана; 101.60 — опорный поршень; 112 — камера управления A с быстро-выпускным клапаном; 112.2 — нажимная штанга; 112.3 — втулка; 112.5 — заслонка; 112.6, 112.7, 112.11 — пружины сжатия; 112.9 — рычаг; 112.14 — прижим



Тормоз отпускается, если слегка потянуть за рычаг 112.9 (рис. 8.17) быстро-выпускного клапана. За счет этого прижим 112.14 отводится в сторону, нажимная штанга 112.2 перемещается, преодолевая усилие пружины сжатия 112.11, и заслонка 112.5 вместе с пружиной сжатия 112.6 и втулкой 112.3 поднимается.

После этого воздух поступает через отверстие B_0 под заслонку 112.5, в результате чего она и втулка 112.3 при помощи пружины 112.7 удерживаются в самом верхнем положении.

После того как будет отпущен рычаг 112.9, прижим 112.14 и рычаг возвратятся в исходное положение.

Воздух из камеры управления A выходит через воздухоотводное отверстие B_0 . За счет этого клапан трех давлений G перемещается вниз в положение отпуска, и давление C_v , или C на воздухораспределителях без реле давления, сбрасывается через клапан $V_{101.1}$ и отпусковое сопло в сопловой крышке A .

При отсутствии давления в тормозной магистрали заслонка 112.5 остается в своем верхнем положении и воздух из камеры управления A полностью удаляется.

При повторном наполнении сначала возрастает давление L и подает через фасонную мембрану 101.20 и опорный поршень 101.60 заслонку 112.5 в заключительное положение, запирая тем самым соединение B_0 - O .

Для устранения перегрузок задействуется также рычаг 112.9. Через отверстие B_0 воздух из камеры управления A удаляется до тех пор, пока давление L через фасонную мембрану 101.20 и опорный поршень 101.60 не подаст заслонку 112.5 через отверстие B_0 вниз, заперев тем самым соединение B_0 - O .

Давление A теперь воздействует на заслонку сверху и перемещает ее в заключительное положение. Кинематическая связь с опорным поршнем теперь отсутствует.

8.17. Вспомогательная установка снабжения сжатым воздухом

8.17.1. Назначение

Вспомогательная установка снабжения сжатым воздухом (рис. 8.18) предназначена для подачи сжатого воздуха в цилиндр токоприемника и запуска электропоезда при отсутствии воздуха в питательной магистрали.

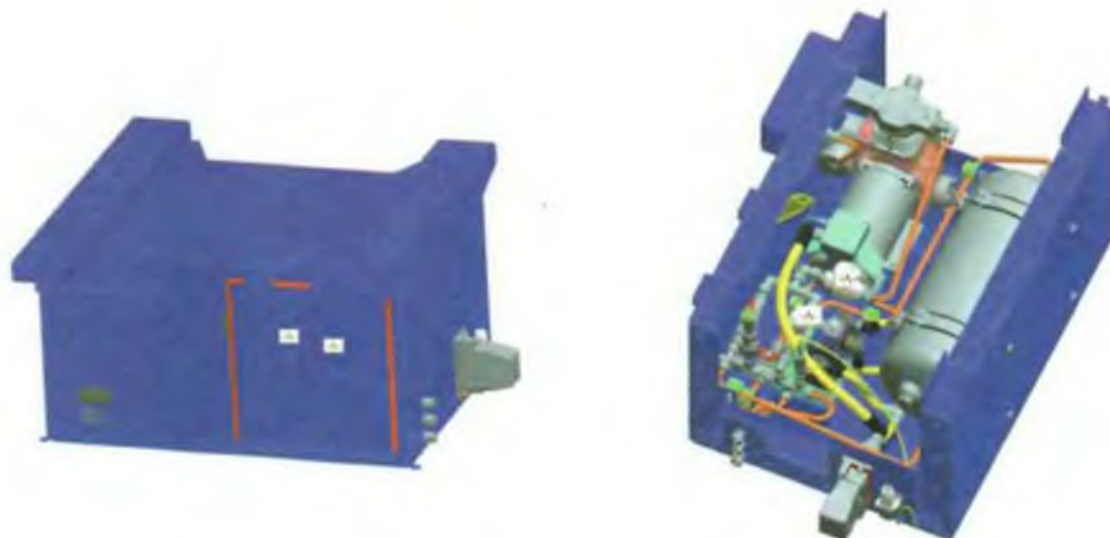


Рис. 8.18. Внешний вид вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом

8.17.2. Описание конструкции

Вспомогательная установка снабжения сжатым воздухом представляет собой компактное самонесущее устройство, основными компонентами которого являются:

- вспомогательный компрессорный агрегат V10-T с двигателем постоянного тока;
- напорный резервуар (25 л);
- устройства управления и контроля.

Компоненты монтированы на жесткой раме и защищены кожухом. На рис. 8.19 представлено устройство вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом.

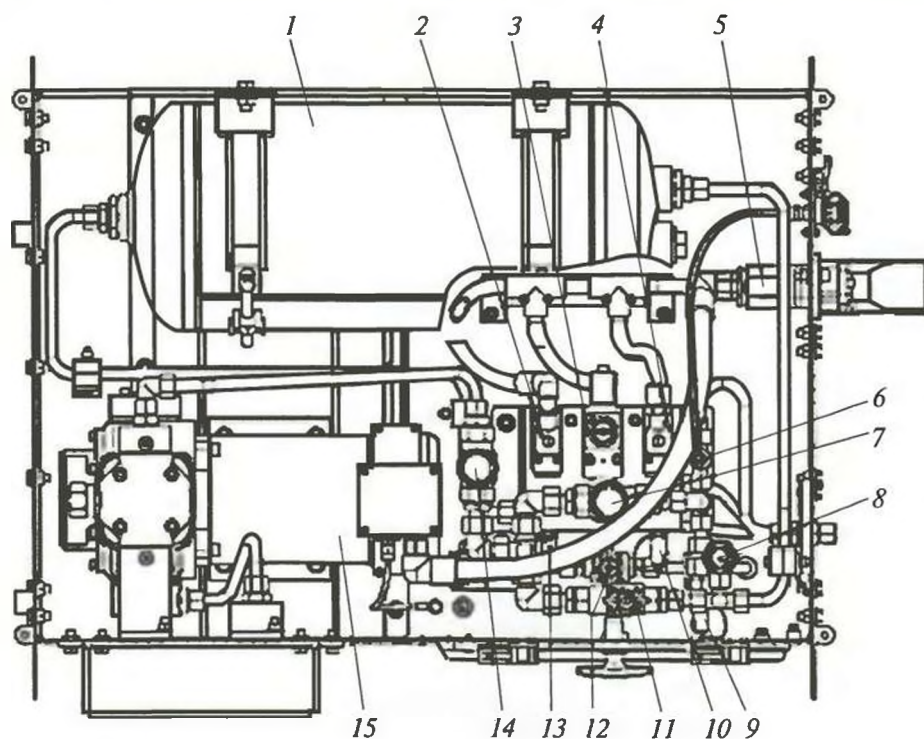


Рис. 8.19. Устройство вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом:

- 1 — напорный резервуар; 2, 4 — электропневматический выключатель; 3 — электромагнитный клапан; 5 — разъем; 6 — датчик давления; 7, 14 — обратные клапаны; 8 — предохранительный клапан; 9, 10, 13 — контрольные штуцеры; 11, 12 — шаровой кран; 15 — компрессорный агрегат

8.17.3. Описание работы вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом

Вспомогательный компрессор получает питание от аккумуляторной батареи. Датчиком давления контролируется наличие сжатого воздуха в цилиндре токоприемника: компрессорный агрегат запускается при низком давлении (его отсутствии) в ПМ. Очищенный фильтрами воздух сжимается компрессорным агрегатом и подается через обратный клапан в напорный резервуар (объемом 25 л). Второй обратный клапан препятствует выходу воздуха в систему питательной магистрали. Для поддержания давления в цилиндре токоприемника подается питание на электромагнитный клапан, который соединяет напорный резервуар с цилиндром токоприемника. При отключенном электромагнитном клапане воздух из цилиндра токоприемника выпускается, и токоприемник опускается.

Контрольные штуцеры обеспечивают возможность быстрого подсоединения диагностического прибора для контроля давления в пневматической системе.

После подъема токоприемника подается напряжение на главный компрессор и ПМ заполняется. При наличии давления в питательной магистрали вспомогательный компрессор отключается. Воздух из ПМ через обратный клапан подается к напорному резервуару, затем через электромагнитный клапан — в цилиндр токоприемника.

Пневматическая схема вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом представлена на рис. 8.20.

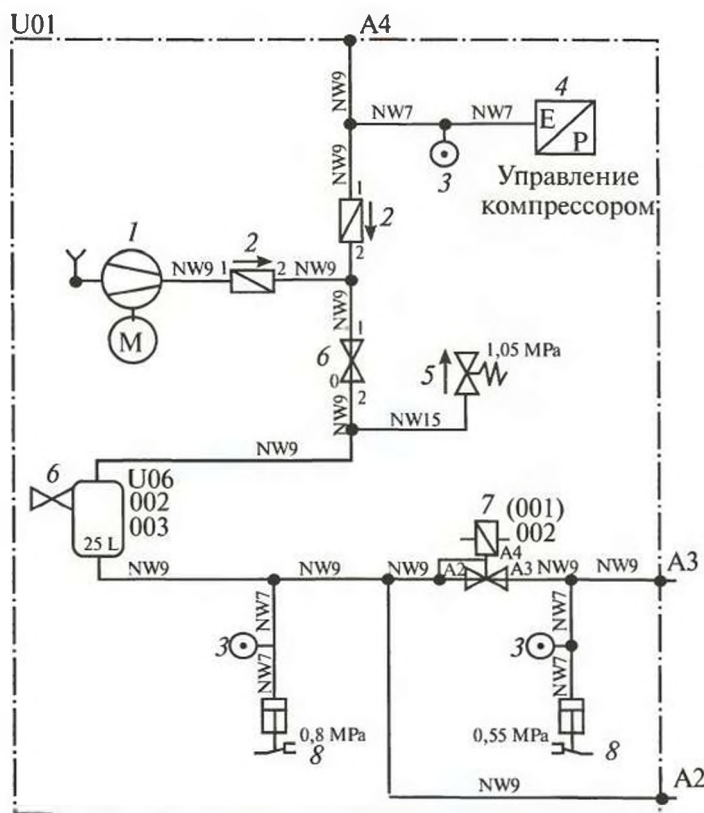


Рис. 8.20. Пневматическая схема вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом:

1 — компрессорный агрегат; 2 — обратный клапан; 3 — контрольный штуцер; 4 — датчик давления; 5 — предохранительный клапан; 6 — шаровой кран; 7 — электромагнитный клапан; 8 — электропневматический выключатель; A2 — выход воздуха; A3 — выход воздуха к токоприемнику; A4 — подвод воздуха от ПМ

8.17.4. Описание и работа основных компонентов вспомогательной установки снабжения сжатым воздухом

Вспомогательный компрессорный агрегат V10-T

Вспомогательный компрессорный агрегат V10-T предназначен для подачи сжатого воздуха для подъема токоприемников и состоит из следующих основных узлов (рис. 8.21):

- двигатель постоянного тока;
- компрессор;
- сухой воздушный фильтр.

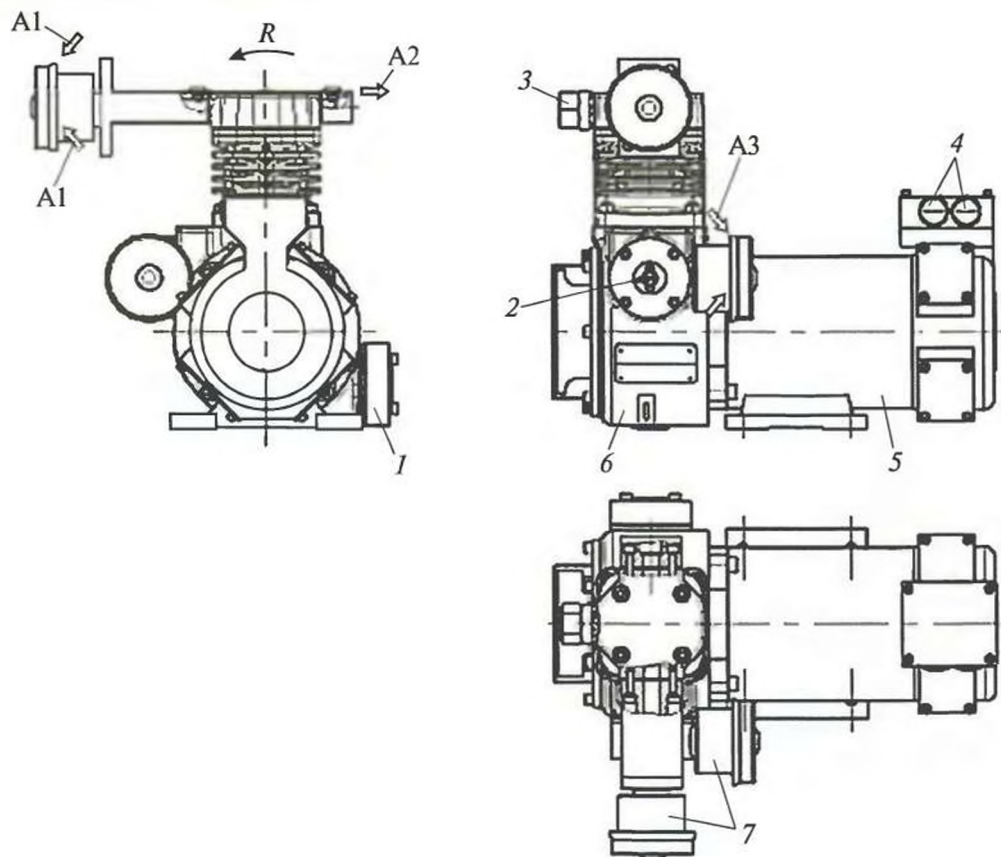


Рис. 8.21. Компрессорный агрегат V10-T:

1 — выпускной клапан; 2 — впускной клапан; 3 — защитный клапан; 4 — отверстие для ввода кабеля; 5 — двигатель; 6 — компрессор; 7 — сухой воздушный фильтр; A1 — вход воздуха; A2 — выход воздуха; A3 — охлаждающий воздух

Компрессорный агрегат представляет собой компактное самонесущее фланцевое устройство в модульном исполнении. Соединение двигателя с компрессором осуществляется напрямую, при этом подшипник двигателя одновременно служит подшипником коленчатого вала.

Оптимальная защита компрессора обеспечивается высокой степенью фильтрации встроенного сухого воздушного фильтра.

Места опоры компрессора, подшипники шатуна и коленчатого вала, а также подшипники двигателя компрессора выполнены в виде закрытых подшипников качения с перманентной смазкой.

Поршни снабжены многослойным тефлоновым покрытием и укомплектованы тефлоновыми поршневыми кольцами.

Клапаны оснащены упругими самонаводящимися клапанными пластинами. Благодаря большим поперечным сечениям потока в области клапанов и компактной конструкции в целом достигается низкий уровень шума.

Дополнительно компрессор охлаждается с помощью находящихся в его корпусе клапанов, через которые при каждом ходе поршня охлаждающий воздух всасывается, а нагретый воздух выводится из корпуса наружу.

Так как воздух не содержит масла, не требуется масляный фильтр тонкой очистки, а также установки для сбора конденсата, сохраняются свойства компонентов из каучука в уплотнениях, поршневых манжетах и седлах клапанов в пневматической системе.

Технические характеристики компрессорного агрегата V10-T приведены ниже.

Технические характеристики компрессорного агрегата V10-T

Скорость вращения, об/мин.....	1250
Производительность, л/мин	70
Рабочее давление, кгс/см ²	8
Напряжение питания, В	110
Пусковой ток, А	52
Рабочий ток, А.....	7,2
Степень защиты.....	IP44
Диапазон рабочей температуры, °С.....	–40...+50
Масса, кг	31

Компрессор работает в одноступенчатом режиме. В головке над цилиндром размещается комбинированный всасывающий и напорный клапан.

Всасываемый воздух очищается в сухом воздухоочистителе и сжимается в цилиндре.

Для охлаждения происходит наполнение картера воздухом и удаление воздуха из картера посредством клапанов. Во время нагнетательного хода поршня воздух всасывается одновременно через сухой воздухоочиститель и впускной клапан. Во время хода поршня при всасывании разогретый воздух снова выводится наружу через выпускной клапан. Схема работы агрегата приведена на рис. 8.22.

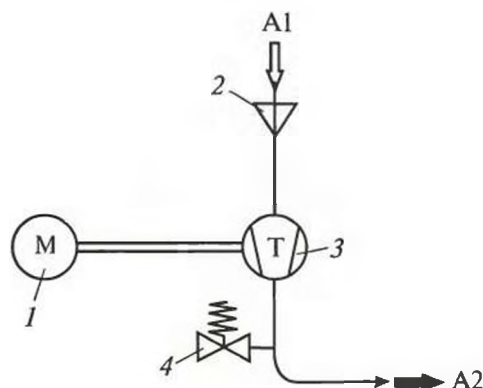


Рис. 8.22. Схема работы компрессорного агрегата V10-T:

1 — двигатель; 2 — сухой воздушный фильтр; 3 — цилиндр; 4 — защитный клапан; A1 — вход воздуха; A2 — выход воздуха

8.18. Пневматический кран машиниста B32 (тормозной контроллер FBS1-9-SB2-DA)

8.18.1. Назначение

Устройство предназначено для позиционно-зависимого управления автоматическим пневматическим тормозом непрямого действия со ступенчатым отпуском. Используется в качестве резервного тормозного крана машиниста.

Тормозной контроллер (B32) (рис. 8.23) активируется после ввода в действие рычага управления (становится возможным переключение контроллера). Имеется 12 положений, они показаны на табличке тормозного контроллера, в том числе:

- положение FU (рычаг зафиксирован): отпускной толчок (отпуск);
- положение F (рычаг зафиксирован): положение движения (поездное);
- положение 1A—7T (рычаг зафиксирован): различные степени торможения;
- положение VB (рычаг зафиксирован): положение полного служебного торможения;
- положение SB (рычаг зафиксирован): положение экстренного торможения.

В нормальном режиме давление в тормозной магистрали поезда создается благодаря управляющему давлению, с помощью тормозного контроллера (В32), посредством реле давления В70.01 и удерживается на уровне в 0,5 МПа.

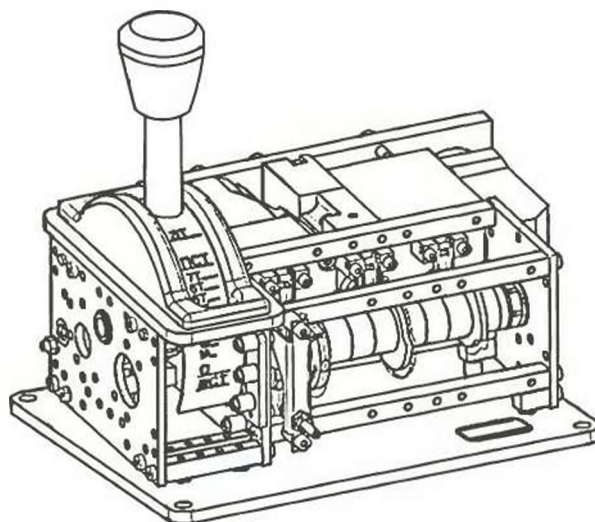


Рис. 8.23. Общий вид контроллера

На рис. 8.24 приведены габаритные размеры контроллера.

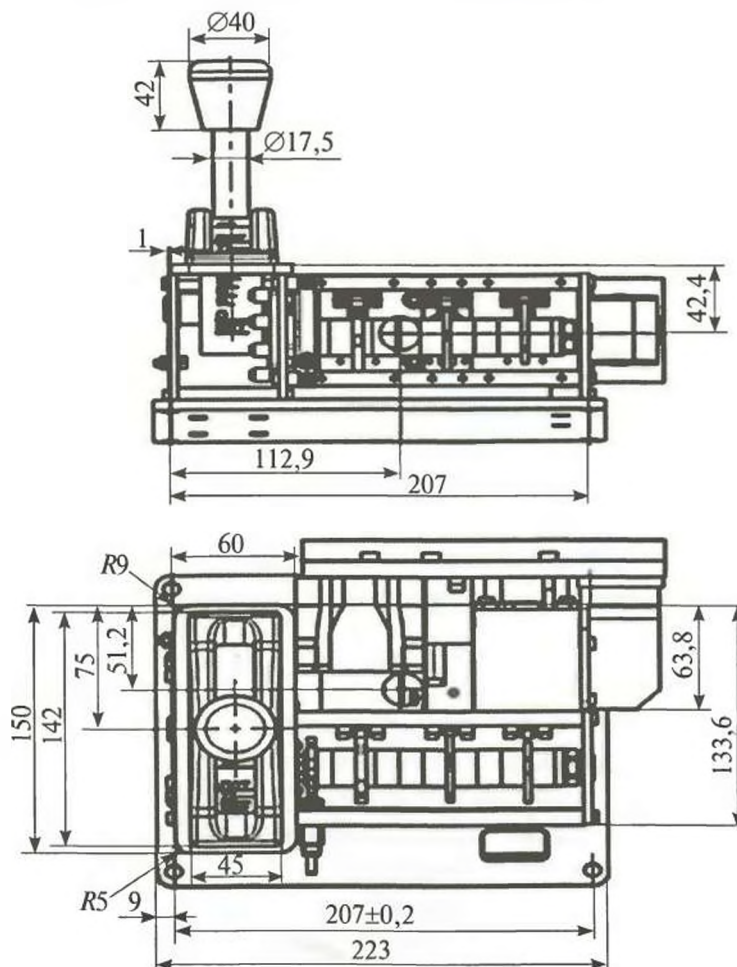


Рис. 8.24. Габаритные размеры контроллера

8.18.2. Устройство тормозного контроллера

В корпусе тормозного контроллера установлены следующие элементы (рис. 8.25):

- вал с управляющим кулачком;
- храповой механизм;
- клапан экстренного торможения;
- вал с рычагом управления;
- цилиндрическая зубчатая передача;
- регулятор давления;
- запорный клапан.

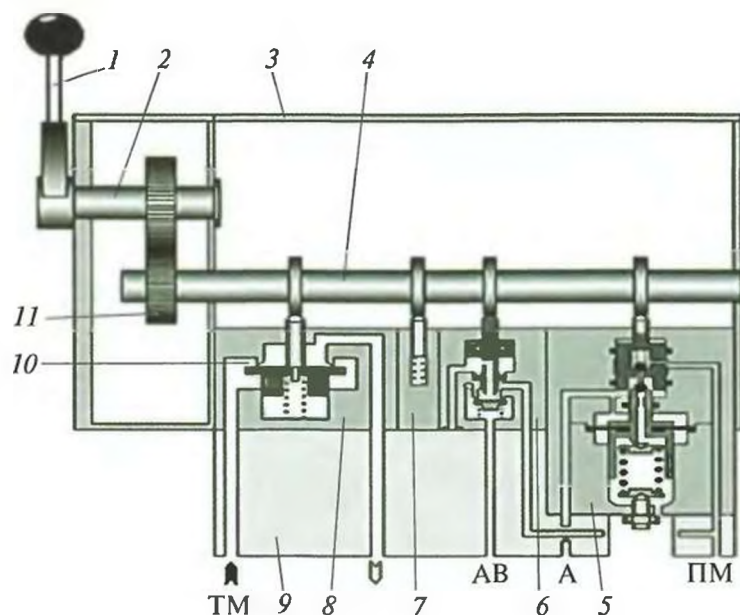


Рис. 8.25. Схема тормозного контроллера:

1 — рычаг управления; 2 — вал; 3 — корпус; 4 — кулачковый вал; 5 — регулятор давления; 6 — запорный вентиль; 7 — храповый механизм; 8 — клапан экстренного торможения; 9 — соединительная панель; 10 — седло клапана V; 11 — цилиндрическая зубчатая передача; Ат — атмосфера; ТМ — тормозная магистраль; ПМ — питательная магистраль; А — давление управления; АВ — отпирющее давление

На кулачковых валах имеются зубчатые колеса. Они образуют цилиндрическую зубчатую передачу, с помощью которой поворот рычага управления передается на кулачковый вал.

Рычаг управления можно переводить в различные положения. Каждому положению рычага соответствует определенная функция. Отдельные положения рычага управления являются фиксированными.

Регулятор давления служит для нагнетания нормального зарядного давления и пневматического нагнетания давления управления на различных ступенях торможения.

Запорный клапан предназначен для деблокировки и блокировки подключенного за ним внешнего реле давления.

Соединительная панель необходима для упрощения монтажа устройства. Одновременно на соединительной панели расположены все необходимые каналы сжатого воздуха для обеспечения требуемых функций.

8.18.3. Принцип работы тормозного контроллера

Перемещение рычага управления через зубчатую передачу передается на кулачковый вал, на котором жестко закреплены кулачки. Эти кулачки находятся в контакте с ошупывающими роликами. В положении SB дополнительно переключается клапан экстренного торможения. Седло клапана V открывается, и выпускается воздух из ТМ.

Храповый механизм обеспечивает фиксацию рычага управления в определенных положениях. В зависимости от положения данного рычага активируются регулятор давления и запорный клапан. Управление осуществляется с помощью кулачкового диска. Воздух из запорного клапана всегда удаляется только в положении рычага SB (реле давления заблокировано).

9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА «ЛАСТОЧКА»

В данной главе рассмотрено оборудование вспомогательных систем, отвечающих за комфорт пассажиров, их безопасность, а также системы, обеспечивающие поездную связь.

9.1. Поездная радиосвязь и система безопасности

В каждом головном вагоне А и В установлена полноценная система поездной радиосвязи — трехдиапазонная радиостанция с частотами 2, 160 и 900/460 МГц (по стандарту GSM/TETRA) (рис. 9.1).

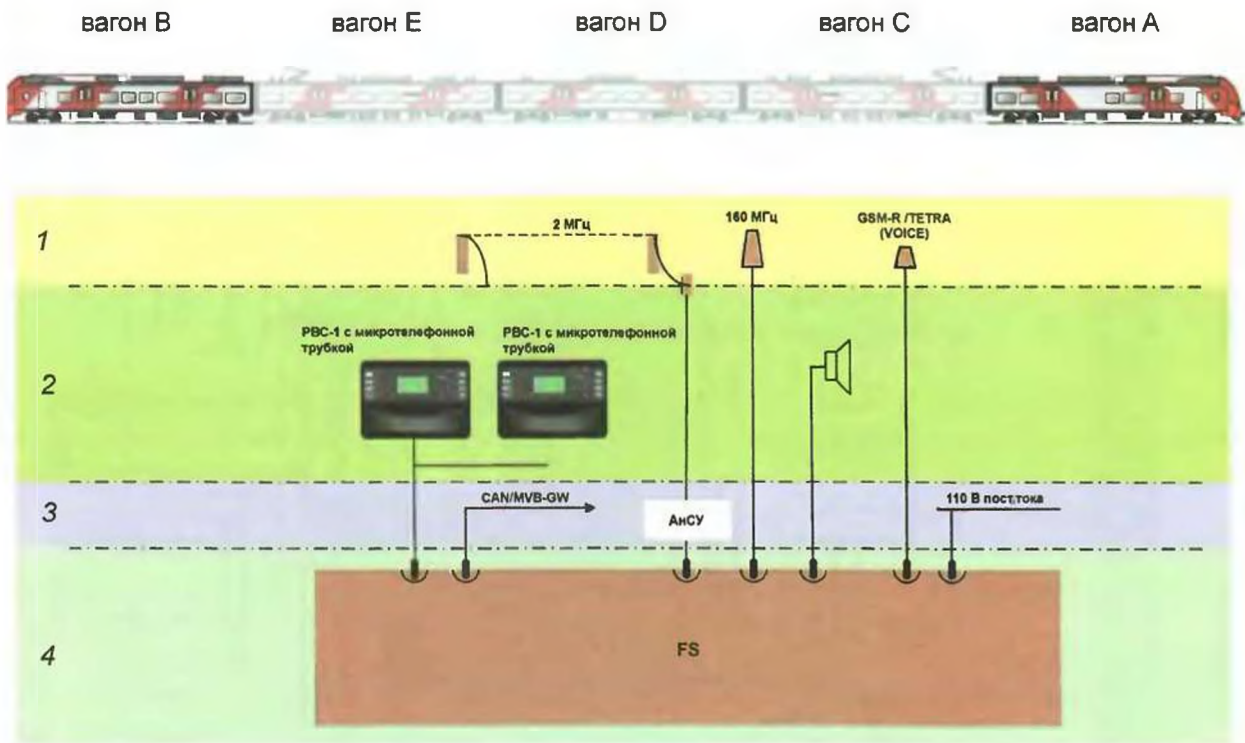


Рис. 9.1. Компоненты аппаратуры поездной радиосвязи в головном вагоне:

1 — уровень крыши электропоезда; 2 — уровень кабины машиниста; 3 — кабельные шахты кузова вагона; 4 — шкаф с электроаппаратурой в служебном тамбуре кабины машиниста; АнСУ — антенно-согласующее устройство; FS — блок радиостанции; CAN/MVB-GW — шлюз (CAN-шина/многофункциональная поездная шина); GSM-R/TETRA — приемная антенна диапазонов частот (GSM/TETRA)

Данный тип радиостанции позволяет выполнять следующие функции:

- осуществлять соединения и вести переговоры при помощи пультов управления и наружного громкоговорителя;
- использовать симплексную поездную радиосвязь с частотой 2 МГц;
- использовать симплексную поездную радиосвязь с частотой 160 МГц;
- использовать цифровую поездную радиосвязь GSM/TETRA с голосовыми сообщениями;

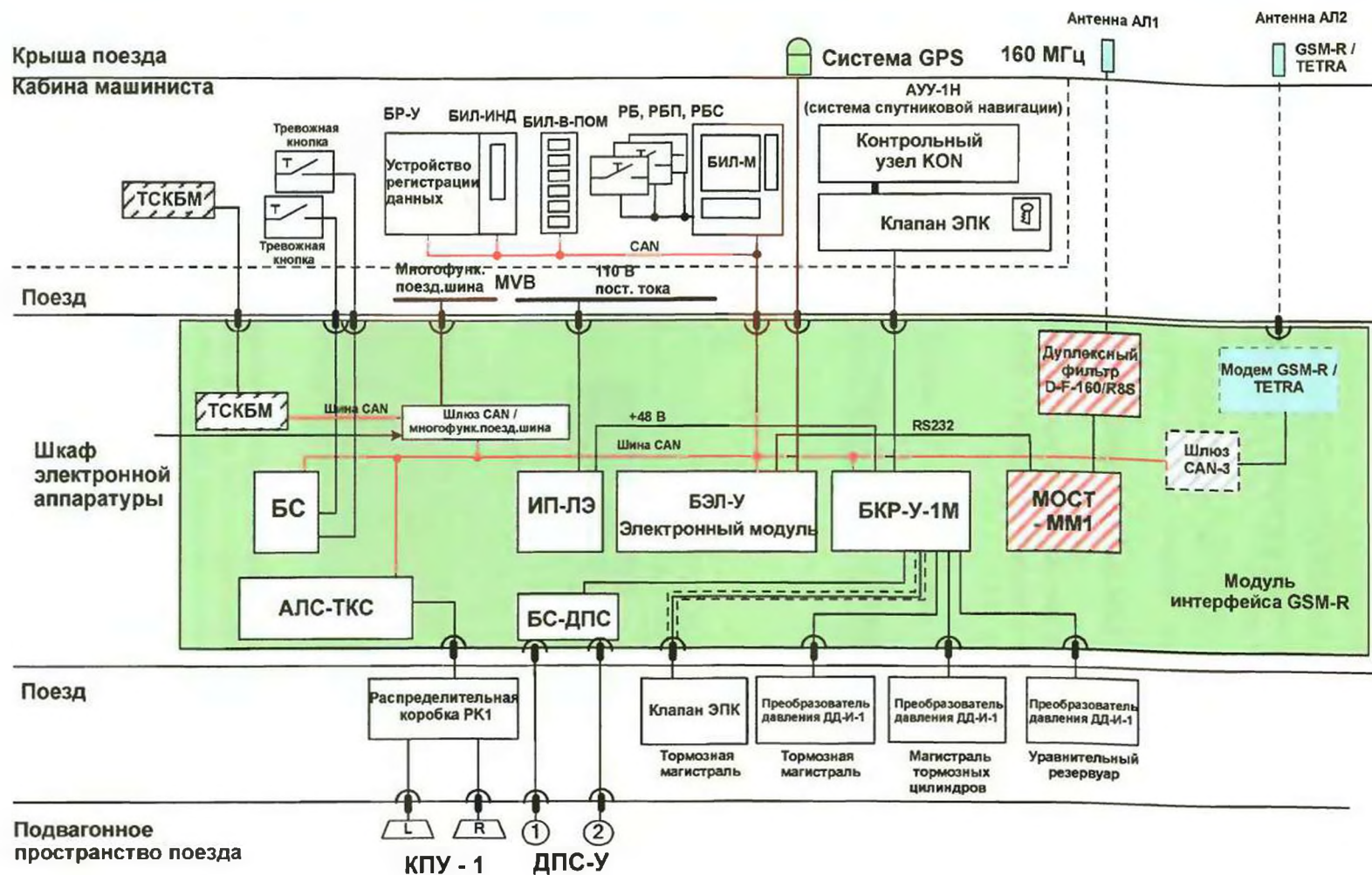


Рис. 9.2. Обзорная схема компонентов системы БЛОК:

АУУ-1Н — антенный усилитель системы спутниковой навигации; АЛС-ТКС — блок приемников сигналов автоматической локомотивной сигнализации и точечных каналов связи; БЭЛ-У — блок электроники; БИЛ-ИНД — блок индикации скорости (БИЛ-ИНД); БИЛ-М — блок индикации БЛОК; БИЛ-В-ПОМ — модуль локомотивного светофора; БКР-У-1М — унифицированный блок коммутации; БР-У — устройство регистрации данных; БС — блок согласования; БС-ДПС — блок связи датчиков пути и скорости; CAN — шина данных; ДПС(-У) — датчик пути и скорости; ЭПК — электропневматический клапан; EPV — электропневматический вентиль (ЭПВ266) с дистанционным управлением; GPS — глобальная система позиционирования; ИП-ЛЭ — источник питания для электронного оборудования локомотива; KON — блок контроля несанкционированного отключения ЭПК; КПУ-1 — приемная катушка; Блок МОСТ-ММ1 — цифровое приемо-передающее устройство радиосвязи (МОСТ-ММ1); MVB — многофункциональная поездная шина; РК1 — соединительная коробка; РБ — рукоятка бдительности машиниста электропоезда; РБП — рукоятка бдительности помощника машиниста; РБС — специальная рукоятка бдительности; ТСКБМ — телеметрическая система контроля бодрствования машиниста

- использовать цифровую поездную радиосвязь GSM/TETRA с передачей данных;
- использовать цифровую радиосвязь с частотой GSM/TETRA для передачи диагностических данных о состоянии узлов и систем электропоезда на пульт дежурного пункта технического обслуживания.

Кроме того, важной системой, применяющей данные типы связи, является система безопасности БЛОК (рис. 9.2): определяется координата поезда, реализуется возможность беспроводной передачи данных как от системы БЛОК, так и в обратном направлении. Примером такого обмена данных могут послужить система КУПОЛ и АСУ-Д.

9.2. Системы противопожарной безопасности

Рассмотрим меры, используемые для защиты пассажиров в случае пожара, а также пассивные и активные противопожарные системы, установленные на электропоезде «Ласточка».

К пассивным системам защиты от пожара относятся следующие элементы:

- перегородка между служебным тамбуром и пассажирской зоной вагона, в том числе дверь, выполнена как противопожарное перекрытие (выделено красным цветом на рис. 9.3). Отметим, что данная перегородка является огнестойкой;
- торцевые стены. Каждый межвагонный переход оснащен двумя торцевыми дверями. Все торцевые стены, в том числе торцевые двери, выполнены как противопожарное перекрытие (выделено красным цветом на рис. 9.4).

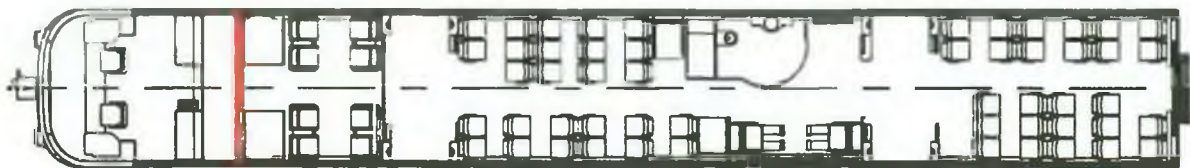


Рис. 9.3. Противопожарное перекрытие между служебным тамбуром и пассажирским салоном в головных вагонах А и В

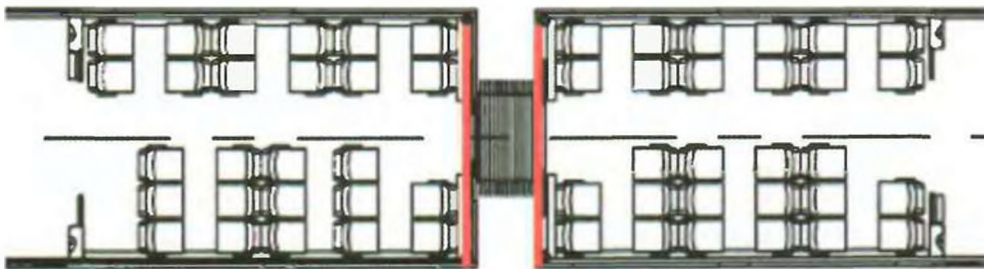


Рис. 9.4. Противопожарное перекрытие в зоне междвагонного перехода
(между вагонами В и Е, Е и D, D и С, С и А)

— контейнеры высоковольтного оборудования, расположенные вне кузова вагона. Они должны соответствовать степени огнестойкости Е30 (30-минутная огнестойкость).

К активной системе защиты от пожара в первую очередь относится система пожарной сигнализации. Рассмотрим основные требования к данной системе.

Система пожарной сигнализации служит для того, чтобы в случае возникновения пожара быстро и надежно обнаруживать его и бесперебойно выдавать на пульт машиниста сигнал тревоги (оптический и акустический), а также инициировать другие связанные с этим сигналом тревоги ответные действия. Она должна состоять из модуля обработки результатов и, в зависимости от контролируемой зоны, из дымового или теплового извещателя (точечный или линейный тепловой извещатель). Оценка сообщения о пожаре соответствующих линий пожарной сигнализации должна обеспечиваться с помощью системы управления поездом.

Пожарная обстановка в поезде контролируется посредством многопараметровых извещателей (измеряемые параметры — задымленность и температура) в следующих зонах:

- пассажирский салон (два датчика в надпотолочном пространстве в зонах забора и подачи воздуха, три датчика на потолке в салоне);
- санузлы;
- герметично закрытые потолочные контейнеры (требуют установки одного извещателя);
- монтажные контейнеры с электрооборудованием.

На рис. 9.5 и 9.6 представлены схемы размещения пожарных извещателей в пассажирских салонах головных и прицепных вагонов соответственно (синим цветом показаны датчики в надпотолочном пространстве, красным — потолочные).

При срабатывании пожарной сигнализации должны реализовываться следующие функции:

- передача звукового и визуального сигнала о возгорании или неисправности сигнализации (или ее компонента) в кабину машиниста;
- отключение климатических установок;
- частичное отключение сигнализации в случае ее ложного срабатывания;
- передача сигнала о возгорании по радиоканалу на пульт технического персонала депо (в случае горячего отстоя).

Электропоезд «Ласточка» оборудован системой пожарной сигнализации Rail 138 с установкой для тушения пожара методом азотного пожаротушения, размещаемой только в герметичных монтажных контейнерах, которые находятся вне салона; при ликвидации возгорания в пассажирском салоне используются первичные средства пожаротушения, которыми укомплектован электропоезд.

Система пожарной сигнализации обеспечивает надежную идентификацию и раннее оповещение о горении твердых и жидких веществ с образованием пламени, о тлеющих пожарах, а также о значительных превышениях температуры, принимает соответствующие меры, такие как подача сигнала тревоги и управление действиями в случае пожара.

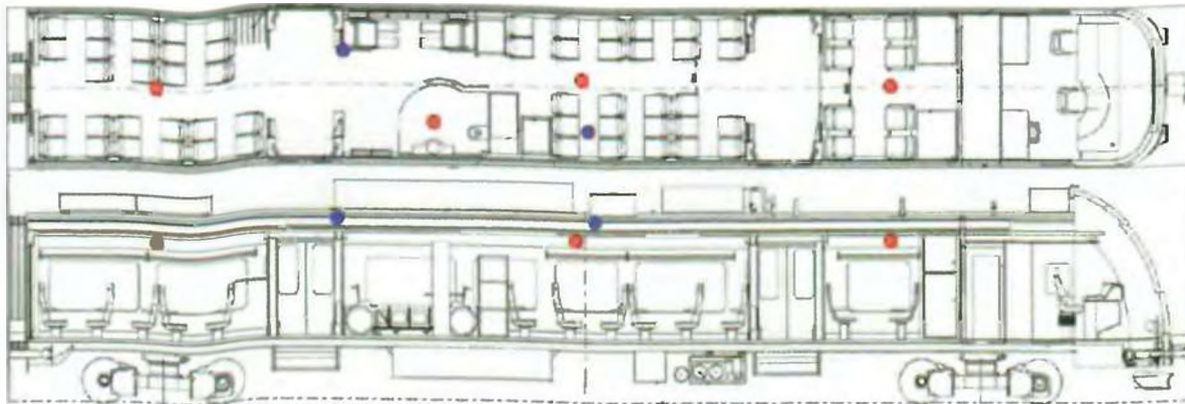


Рис. 9.5. Схема расположения пожарных извещателей в головных вагонах

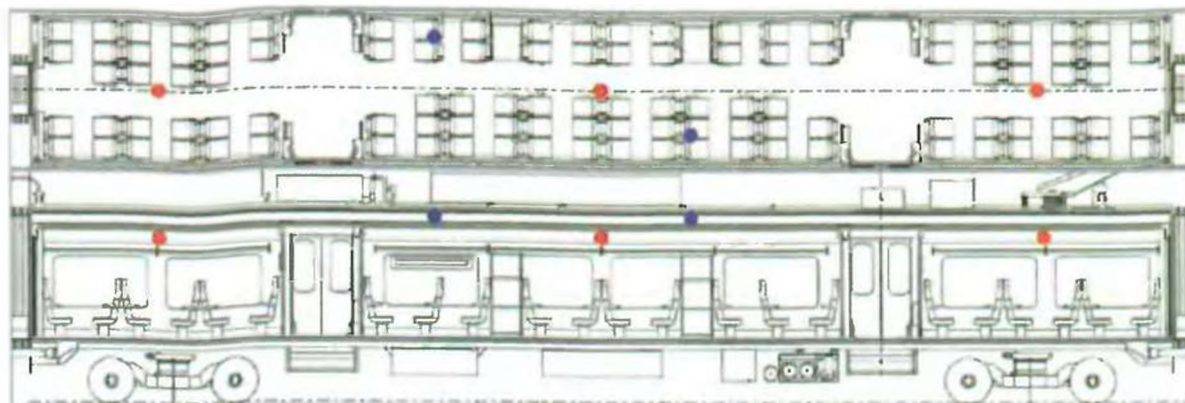


Рис. 9.6. Схема расположения пожарных извещателей в прицепных вагонах

Кроме того, система осуществляет постоянный контроль трасс электропроводки на короткое замыкание, замыкание на землю и обрыв. При возникновении короткого замыкания пораженный участок изолируется, а контроль остальных зон продолжает производиться. Этот принцип используется и при обрыве линии электропроводки.

Применяемые в системе пожарные извещатели являются многофункциональными, они запрограммированы на различные критерии срабатывания и используют для интеллектуального анализа причин срабатывания такие показатели, как дым, температура, а также включенные в программы извещателей типовые характеристики протекания пожара (алгоритмы). При этом обеспечивается защита от ошибочных параметров.

Идентификация каждого извещателя по отдельности обеспечивает возможность точной локализации пожара для передачи данной информации в центральный пульт пожарной сигнализации.

Система пожаротушения является автоматической газовой системой, в которой в качестве средства пожаротушения, как уже было сказано выше, используется азот. При этом пожарная сигнализация Rail 138, соединена с электрическими системами управления баллонами со средством пожаротушения в каждой зоне.

Количество заправленного в баллон азота рассчитано таким образом, чтобы обеспечивалось заполнение всей зоны пожаротушения и тем самым предотвращалось повторное возгорание в течение длительного времени.

Контроль системы пожаротушения осуществляется с помощью манометрического выключателя, установленного на клапане включения. Сигнал о неполадке «Недостаточный уровень средства пожаротушения» (утечка средства пожаротушения) передается через устройство сопряжения на центральный пульт пожарной сигнализации Rail 138, а затем

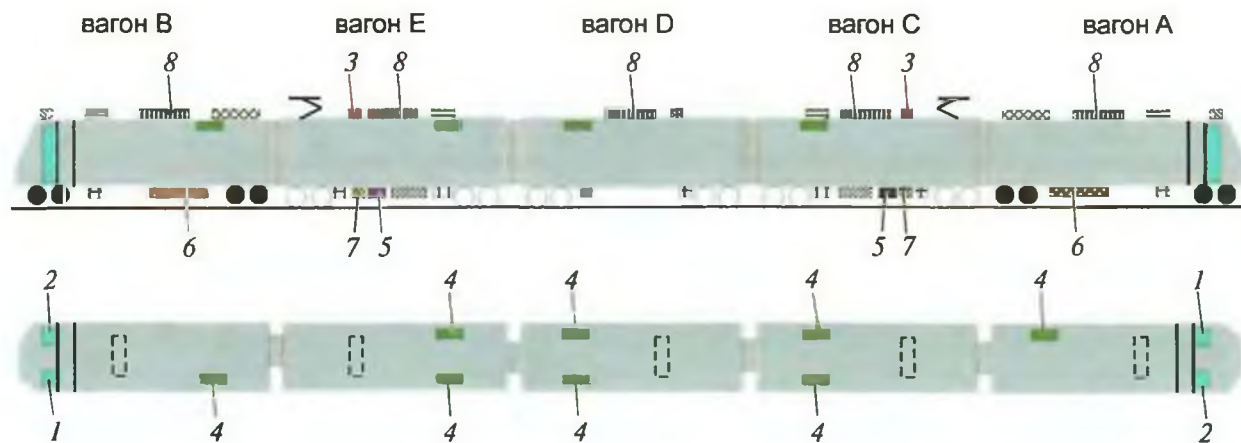


Рис. 9.7. Места установки системы пожарной сигнализации и пожаротушения и контролируемые зоны:

1, 2 — шкафы электрооборудования в техническом тамбуре кабины машиниста; 3 — контейнер с оборудованием ГВ/БВ; 4 — внутренний потолочный контейнер электрооборудования; 5 — контейнер с оборудованием ПСН и ЗУ; 6 — контейнер с оборудованием тягового преобразователя; 7 — контейнер с распределительным электрооборудованием системы питания $U = 380$ В; 8 — контейнер с коммутационным оборудованием вспомогательной системы отопления $U = 3$ кВ

в систему поездной шины. Кроме того, с помощью модуля контроля клапана системой пожарной сигнализации Rail 138 производится контроль электрического штекера и относящихся к нему трасс электропроводки, ведущих к клапану баллона.

В целях экономии средства пожаротушения и минимизации возможных негативных последствий тушение осуществляется только в той зоне, где произошло срабатывание сигнализации.

На рис. 9.7 показаны зоны контроля мест размещения электрооборудования системой пожарной сигнализации и пожаротушения.

Из указанных на рис. 9.7 зон контроля возгорания автоматической системой пожаротушения снабжены:

- шкафы электрооборудования в техническом тамбуре кабины машиниста;
- контейнер с оборудованием ПСН и ЗУ;
- контейнер с распределительным электрооборудованием системы питания $U = 380$ В;
- контейнер с оборудованием тягового преобразователя.

9.3. Система поддержания микроклимата

Система поддержания микроклимата электропоезда «Ласточка» предназначена для обеспечения комфортного температурного режима в пассажирском салоне и кабине машиниста. Кроме того, она регулирует процент содержания углекислого газа в установленных пределах.

Система состоит из следующих компонентов:

- компактная климатическая установка на крыше для пассажирского салона;
- компактная климатическая установка на крыше для кабины машиниста;
- система распределения воздуха внутри поезда;
- система воздухоотвода;
- система управления.

Система поддержания микроклимата выполняет следующие функции:

- подача наружного воздуха и воздухоотвод;
- отопление и охлаждение;

- подача и распределение воздуха (приточный, рециркуляционный);
- грубая фильтрация наружного воздуха;
- фильтрация смешанного воздуха;
- обеззараживание воздуха ультрафиолетом;
- аварийная вентиляция;
- аварийное отопление;
- регулировка и управление.

Кроме того, в кабине машиниста возможен обогрев пола и ниш для ног. Данная функция доступна лишь при температурах ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, включается вручную через элементы управления дисплея машиниста.

Далее подробнее рассмотрим компоненты и узлы, входящие в систему поддержания микроклимата, особенности и режимы их работы.

9.3.1. Климатическая установка пассажирского салона

Климатическая установка пассажирского салона (рис. 9.8) располагается на крыше каждого из вагонов электропоезда «Ласточка» и состоит из следующих устройств.

1. Один аппарат воздухоподготовки (LBG). Данный аппарат воздухоподготовки осуществляет всасывание наружного воздуха через две решетки 13, которые расположены вертикально на стенке корпуса установки.

В корпусе установки имеются два клапана приточного воздуха и два клапана циркуляции воздуха, которые управляются параллельно. Смесительный фильтр 8 очищает смешанный воздух перед его впуском в испаритель 9, который выполнен в виде пластинчатого теплообменника. Два контура охлаждения размещаются в испарителе вложенными один в другой. Перед испарителем для обеззараживания воздуха установлены ультрафиолетовые лампы. Вентиляторы приточного воздуха 7 выполнены центробежными.

Мощность нагрева реализуется с помощью электронагревателя 3 кВт 2 мощностью 22 кВт и двух групп электронагревателей 380 В 3 мощностью по 14 кВт каждая.

Рядом с аппаратом воздухоподготовки сбоку находится вытяжной вентилятор отработанного воздуха 6.

Через отверстие для циркуляции воздуха в днище аппарата отработанный воздух вытягивается из пространства крыши, а далее с помощью вентилятора отработанного воздуха 6, выдувается из аппарата.

2. Блок «Нагнетатель + конденсатор» (VVS). Регулирование мощности охлаждения осуществляется при помощи байпаса газового теплоносителя в каждом контуре охлаждения. Контур охлаждения защищен от недопустимых значений давления хладагента (реле безопасности высокого давления, датчик высокого давления и датчик минимального давления), а конденсаторы выполнены в виде пластинчатых теплообменников. Вентилятор конденсатора осевой с двумя скоростями вращения.

3. Один шкаф электрораспределительного устройства (разделен на высоковольтную и низковольтную части). Шкаф электрораспределительного устройства располагается в климатической установке рядом с аппаратом воздухоподготовки. В нем установлены все компоненты управляющей и регулирующей техники, а также регулятор микроклимата, оборудованный устройством сопряжения с шиной MVB.

Кроме того, климатические установки содержат систему управления и регулирования, блоки коммутации и контакторы для компонентов, а также предохранительные элементы нагревателей, контактор 3000 В и его предохранитель.

Климатическая установка жестко соединена с крышей вагона при помощи восьми крепёжных захватов.

Основные технические характеристики климатической установки пассажирских салонов приведены ниже.

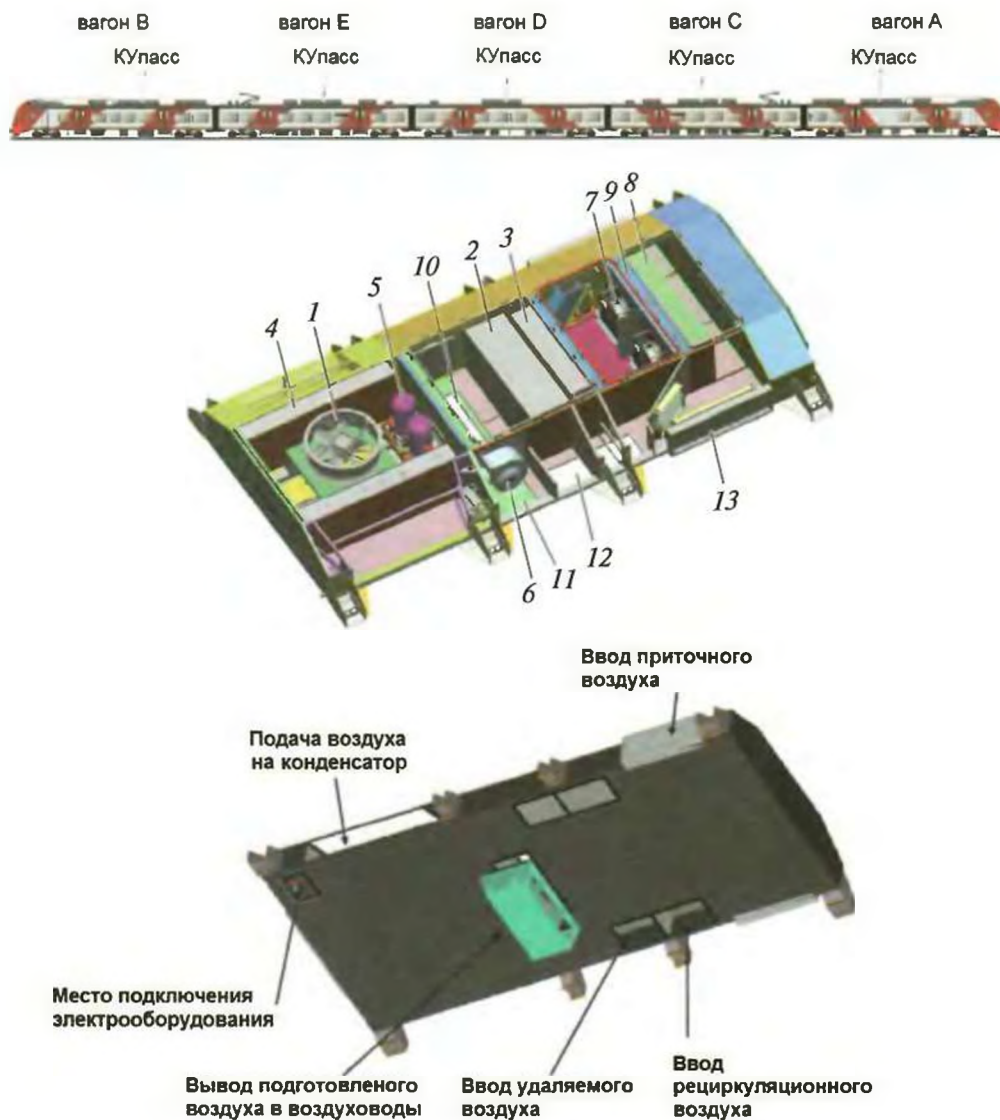


Рис. 9.8. Компоненты климатической установки пассажирского салона:

КУпасс — климатическая установка пассажирского салона; 1 — вентилятор конденсатора; 2 — блок вспомогательной системы отопления (3 кВт); 3 — блок основной климатической системы пассажирского салона; 4 — конденсатор; 5 — спиральный нагнетатель; 6 — вентилятор отработанного воздуха; 7 — вентилятор приточного воздуха; 8 — фильтр; 9 — испаритель; 10 — вентиляционное отверстие (приточный воздух); 11 — отверстие для отработанного воздуха; 12 — отверстие для циркуляции воздуха; 13 — решетка наружного воздухозабора

Технические характеристики установки поддержания микроклимата в пассажирском салоне

Холодопроизводительность, кВт	43
Теплопроизводительность, кВт:	
вспомогательная система отопления 3 кВт постоянного тока	22
основная система отопления 380 В, 50 Гц, переменного тока	28
Объем приточного воздуха, м ³ /ч	макс. 5000
в том числе наружного воздуха	макс. 3600
Размеры, мм	5150×2900×723
Масса, кг	1180
Хладагент	R134a
Масса хладагента, кг	30

Для распределения нагретого или охлажденного воздуха по пассажирскому салону используются потолочные (разделены на три параллельных канала: центральный канал —

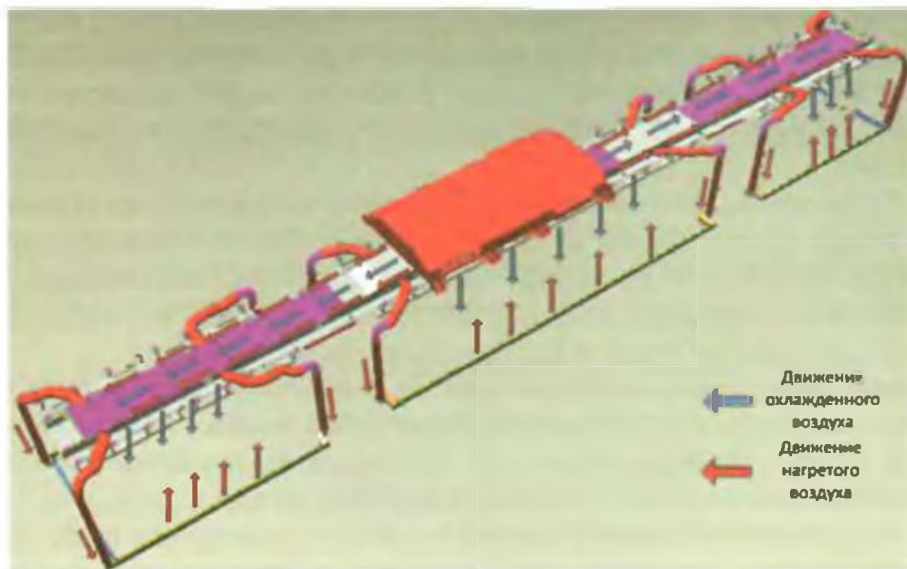


Рис. 9.9. Система распределения воздуха

для охлажденного воздуха, боковые — для нагретого, с последующей передачей в боковые каналы), боковые и напольные воздухопроводы. Система распределения воздуха по пассажирскому салону представлена на рис. 9.9.

Продувка подготовленного приточного воздуха в пассажирский салон при охлаждении и вентиляции осуществляется через центральный потолочный канал и перфорированный потолок. В случае обогрева подготовленный приточный воздух поступает в пассажирский салон через систему боковых и напольных каналов.

Рассмотрим режимы работы климатической установки.

Режим «Климатическая установка включена» (штатный режим). Система управления климатической установкой автоматически регулирует температуру внутреннего воздуха в каждом вагоне с соблюдением заданного параметра температуры. Через интерфейс «человек—машина» заданное значение температуры в кабине машиниста может быть поднято или понижено на ± 4 °С с шагом в 1 °С, а в пассажирском салоне — на ± 2 °С с шагом в 1 °С.

Режим «Защита климатической установки от замерзания». Если температура наружного воздуха опускается ниже +5 °С, то система управления климатической установкой автоматически включает защиту от замерзания, которая завершает свою работу, если температура наружного воздуха поднимается выше +7 °С.

Режим «Защита климатической установки от перегрева». Если температура воздуха внутри электропоезда поднимается выше +40 °С, система управления климатической установкой активирует защиту от перегрева. Охлаждение включается во избежание повреждений из-за слишком высоких температур воздуха внутри поезда. Защита от перегрева завершает свою работу, если температура воздуха внутри поезда снижается до +35 °С.

Режим «Аварийное отключение климатической установки». Переход климатической установки в режим работы «Аварийное отключение климатической установки» выполняется либо вручную при помощи кнопки «Аварийное отключение климатической установки» либо автоматически через систему пожарной сигнализации по всему составу.

Все процессы вентиляции, отопления и поддержания микроклимата переходят в отключенное состояние (обесточиваются). Температура воздуха внутри поезда может повышаться или понижаться в зависимости от внешних условий. В отличие от режима работы «Отключение климатической установки» включение защиты от замерзания или

перегрева не происходит, для их активации необходимо осуществить повторное включение климатической установки после выявления и устранения причин отключения.

Режим «Отстой во включенном состоянии». В данном режиме климатическая установка отключается, однако имеются два варианта настройки, которые включают климатическую установку:

- режим «Техническое обслуживание», в котором климатическая установка поддерживает температуру внутри поезда на уровне установленного заданного параметра;

- режим «Положение отстоя». Если не выбран режим техобслуживания, то в зависимости от температуры наружного воздуха в поезде поддерживается температура до $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ в случае отопления либо не выше $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ в случае охлаждения.

Режим «Проезд через автоматическую мойку». Все включенные системы отопления в компактных климатических установках отключаются, а режим охлаждения контролируется системой управления микроклиматом. Все наружные заслонки автоматически закрываются, чтобы воспрепятствовать проникновению воды.

Режим «Аварийная вентиляция». Аварийная вентиляция является резервным уровнем штатного режима работы климатической установки в пассажирском салоне на случай отсутствия напряжения в контактной сети и выхода из строя бортовой сети переменного тока 380 В. Все элементы отопления и нагнетатели климатической установки отключаются, а приточные вентиляторы работают со сниженной мощностью. При отсутствии напряжения в контактной сети производится подача исключительно наружного воздуха. Приточные вентиляторы в такой ситуации получают питание от аккумуляторных батарей поезда примерно в течение 90 мин (в зависимости от состояния АБ). При выходе из строя бортовой сети переменного тока 380 В, но продолжающем поступать напряжении в контактной сети также осуществляется аварийная вентиляция.

Режим «Аварийное отопление». При выходе из строя бортовой сети переменного тока 380 В, но продолжающем поступать напряжении в контактной сети температура воздуха внутри поезда поддерживается с помощью элементов отопления напряжением 3 кВ на уровне не менее $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Все прочие отопительные элементы нагнетатели климатической установки отключаются, а приточные вентиляторы работают со сниженной мощностью. Для снижения расхода теплого воздуха подается уменьшенный объем наружного воздуха. Приточные вентиляторы в таком случае получают питание от аккумуляторных батарей поезда примерно в течение 90 мин.

Кроме перечисленных выше режимов работы климатической установки, существуют еще два функциональных состояния данной системы, обусловленных функциональным назначением поезда.

Функциональный режим «Городской режим работы». Данный режим реализуется, когда поезд используется в пригородном сообщении. Средняя температура воздуха в пассажирском салоне при наружных температурах $-40...+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. В случае роста температуры наружного воздуха средняя температура воздуха внутри поезда непрерывно поднимается до нормально установленного значения $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Функциональный режим «Междугородний режим работы». Данный режим реализуется, когда поезд используется для дальнего пассажирского сообщения. Средняя температура воздуха в пассажирском салоне при наружных температурах $-40...+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ устанавливается на уровне $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Затем средняя температура воздуха внутри поезда непрерывно поднимается, если растет температура наружного воздуха.

Контроль заданных параметров температуры внутри пассажирского салона подбирается как функция от наружной температуры в соответствии с внесенной в программное обеспечение регулируемой характеристикой.

Температура в пассажирском салоне измеряется двумя температурными датчиками. Датчик уровня углекислого газа контролирует концентрацию CO_2 в вагоне, в зависимости от нее и температуры за бортом регулируется объем подачи свежего воздуха. По-

дача приточного воздуха зависит также от количества пассажиров. Объем необходимого приточного воздуха приведен в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Минимальное количество наружного воздуха, подаваемого в салон на одного пассажира

Температура наружного воздуха	$T_{\text{атм}} < -20\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-20\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{атм}} < -5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-5\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{\text{атм}} < +26\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{атм}} > +26\text{ }^{\circ}\text{C}$
Объем приточного воздуха	8 м ³ /ч	10 м ³ /ч	20 м ³ /ч	15 м ³ /ч

9.3.2. Климатическая установка кабины машиниста

Климатическая установка в кабине машиниста (рис. 9.10) состоит из следующих устройств.

1. Аппарат воздухоподготовки (LBG). Наружный воздух всасывается в аппарат воздухоподготовки через впускной патрубок на боковой стороне установки, рециркуляционный воздух — через отверстие для циркуляции воздуха на днище установки.

С помощью воздушного клапана выполняется регулирование долей свежего и рециркуляционного воздуха в воздушной смеси. Смешанный воздух всасывается центробежным вентилятором и выдувается в направлении фильтра. Воздушная смесь подается через фильтр 6, испаритель и блок отопления 2. Приточный воздух выдувается в систему воздуховодов через отверстие со стороны днища.

2. Блок «Нагнетатель + конденсатор» (VVS). Регулирование мощности охлаждения осуществляется при помощи байпаса газового теплоносителя в каждом контуре охлаждения, который защищен от недопустимых давлений хладагента (реле безопасности высокого давления, датчик давления всасывания и датчик максимального давления).

Данная часть установки содержит нагнетатель 3, конденсатор 5 и вентилятор конденсатора 4.

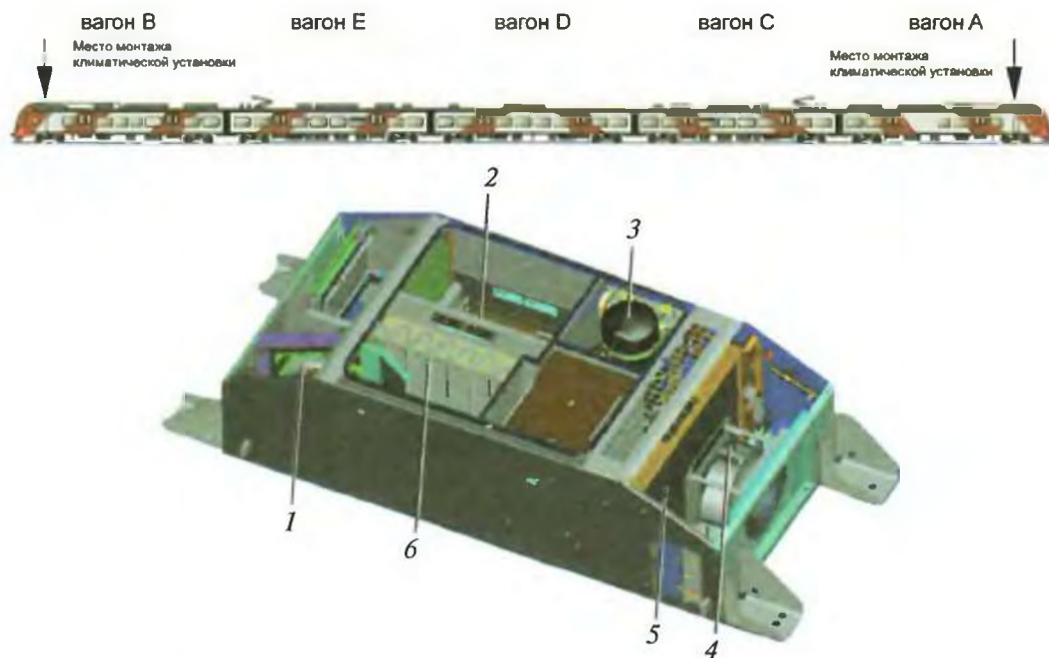


Рис. 9.10. Основные компоненты климатической установки в кабине машиниста:

1 — вентилятор приточного воздуха; 2 — блок отопления; 3 — спиральный нагнетатель; 4 — вентилятор конденсатора; 5 — конденсатор; 6 — фильтр

Вентилятор конденсатора 4 всасывает воздух с боковой стороны установки и прогоняет его сквозь конденсатор 5. Выпуск воздуха из конденсатора находится на верхней стороне установки.

3. Шкаф электрораспределительного устройства. В данном шкафу установлены все компоненты управляющей и регулирующей техники, а также регулятор микроклимата, оборудованный устройством сопряжения с шиной MVB.

Климатическая установка жестко соединена с крышей вагона с помощью четырех крепежных захватов.

Основные технические характеристики климатической установки кабины машиниста приведены ниже.

Технические характеристики установки поддержания микроклимата в кабине машиниста

Холодопроизводительность, кВт	4,7
Теплопроизводительность, кВт.....	5,8
Объем воздуха, м ³ /ч:	
приточный воздух.....	макс. 800/400
в том числе наружный воздух.....	макс. 45—90
Размеры без крепежных захватов, мм.....	800×2120×505
Масса, кг	196
Хладагент.....	R134a
Масса хладагента, кг	2,8

Распределение воздуха в кабине машиниста выполняется при помощи выпускных отверстий на лобовом стекле, через потолочные каналы и отверстия в нишах для ног.

Режимы работы климатической установки в кабине машиниста идентичны тем, в которых может использоваться климатическая установка в пассажирском салоне, но имеют некоторые особенности.

У климатической установки в кабине машиниста нет функции аварийной вентиляции, так как кабина машиниста в случае аварии вентилируется через открытые боковые окна.

Заданный параметр температуры внутри кабины машиниста регулируется в зависимости от температуры наружного воздуха. Кривая регулировки внесена в программное обеспечение. Вручную заданный параметр температуры внутри кабины можно регулировать максимум на ± 4 °C (с шагом в 1 °C).

9.3.3. Калориферы в зоне входа/выхода

У каждой наружной двери в нижней зоне левой и правой облицовки стоек дверей встроены два калорифера с максимальной теплопроизводительностью 1,1 кВт (рис. 9.11). Калориферы питаются трехфазным переменным током 380 В и имеют автономное регулирование, т.е. они работают независимо от системы управления поездом.

Максимальная теплопроизводительность при номинальном напряжении — 1100 Вт. При номинальной мощности среднее значение обогрева воздуха составляет от +22 до 24 °C. Приборы оборудованы двухступенчатым термостатом, являющимся регулятором. Средняя температура воздуха на выходе ограничивается регулятором до +35 °C. При температуре подаваемого воздуха ниже +12 °C обогрев включается на полную мощность.

В диапазоне температур от +12 до +17 °C снижение теплопроизводительности на 50 % достигается отключением одной фазы. При температуре выше +17 °C регулятор полностью отключается, а продувка воздуха продолжается.

Регулятор внутренней температуры со стороны поезда отключает устройства обогрева при достижении температуры внутри поезда +18 °C или включает их при снижении температуры ниже указанного значения.

При временных неполадках в зоне выпуска воздуха или при наличии перенапряжений срабатывает встроенный регулятор, он снижает теплопроизводительность или на

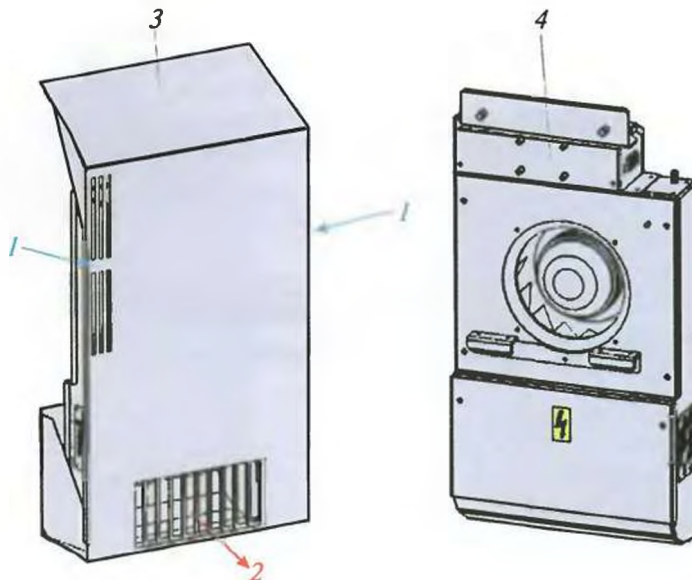


Рис. 9.11. Калорифер в зоне входа/выхода:

1 — воздухозаборное отверстие; 2 — отверстие для выпуска воздуха; 3 — кожух; 4 — нагревательный прибор

время полностью отключает ее при достижении температур на выходе $> +60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Продувка воздуха переводится в рабочий режим, как только устройство получает питающее напряжение.

Основные технические характеристики калориферов приведены ниже.

Технические характеристики калориферов

Рабочее напряжение трехфазный переменный ток
380 В, 50 Гц

Теплопроизводительность, Вт:

при трехфазном переменном токе напряжением 380 В, режим обогрева 1 1100

при трехфазном переменном токе 380 В, L1/L2, режим обогрева 2 550

Температура всасываемого воздуха, $^{\circ}\text{C}$:

стандартный регулятор, режим обогрева 1 <12

стандартный регулятор, режим обогрева 2 $12-17$

регулятор обогрева отключен >17

Погрешность включения/отключения, $^{\circ}\text{C}$ $1,5-2,0$

Температурная защита термостат отключения
(с ручным сбросом)

Объем воздуха (свободная продувка), $\text{м}^3/\text{ч}$ 180

Масса, кг 9

9.4. Системы санитарного оборудования

Проект электропоезда «Ласточка» предусматривает наличие двух блоков санитарно-технического оборудования в пятивагонном составе.

Блоки находятся в двух головных вагонах поезда и представляют собой универсальные санузлы со специальным оборудованием для инвалидов с резервуарной системой, расположенной с левой стороны от санузла (рис. 9.12).

Санузел устанавливается на сплошное внутреннее дно и соединяется с кузовом вагона болтами.

Основные габаритные параметры кабины санузла приведены ниже.



Рис. 9.12. Расположение санузла в головном вагоне

Габаритные характеристики кабины санузла, мм

Длина	2700
Ширина	1600
Внутренняя высота	2000+30
Дверной проем в свету	800×1900
Диамстр поворота инвалидной коляски на уровне подножки для ног на высоте от 50 до 300 мм над уровнем пола	1500

Отопление и охлаждение помещения обеспечивается за счет поступающего из салона поезда воздуха посредством вытяжной вентиляции. Кроме того, поступающий воздух препятствует появлению неприятных запахов.

Поверхности и элементы оснащения санузла выполнены таким образом, что исключают или затрудняют проявления вандализма, например:

- на зеркала нанесена специальная защитная пленка;
- внутренние стены изготовлены из материалов, позволяющих легко смывать посторонние надписи;
- большинство шурупов скрыты.

Надписи в санузлах снабжены пиктограммами. Для слепых пассажиров все надписи продублированы табличками, выполненными шрифтом Брайля.

Резервуарная система (рис 9.13) статически отделена от универсального санузла и расположена в алюминиевом каркасе, снизу в нем находится резервуар сточных вод на 400 л, а сверху — резервуар свежей воды на 150 л. Для контроля уровня заполнения резервуаров на каждом устройстве заправки и аспирации имеется индикаторное приспособление.

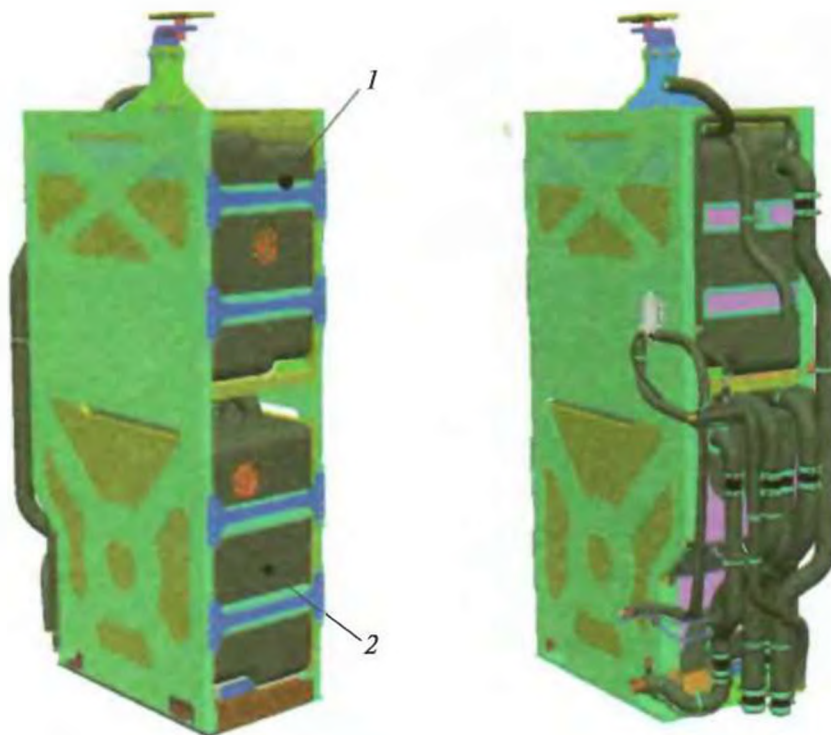


Рис. 9.13. Конструкция резервуаров:
1 — резервуар свежей воды; 2 — бак сточных вод

Резервуар сточных вод изготовлен из полиэтилена и представляет собой емкость с атмосферной вентиляцией.

Система вентиляции резервуара служит для отвода вытяжного воздуха из модуля унитаза, а также в аварийных случаях используется в качестве сливного устройства при переполнении бака.

Как уже было сказано, резервуар сточных вод оснащен датчиками уровня заполнения, их три. Во время использования системы санузла при эксплуатации поезда применяются два датчика: предупреждение (уровень наполнения около 80 %) и отключение системы санузла (уровень наполнения около 95 %). Третий датчик (уровень наполнения 25 %) сигнализирует, что свободного объема в резервуаре достаточно для использования в течение одного дня. Коммутационное состояние данного датчика отображается на панели управления. Индикация 25 % и 95 % заполнения предусмотрена на боковой стенке около сливного отверстия, кроме того, на резервуаре имеется инспекционное отверстие.

Опорожнение резервуара сточных вод может осуществляться с обеих сторон поезда посредством отсасывающего патрубка с БРС (быстроразъемное соединение) типа «Kamlock» с шаровым краном и выполняется при помощи специальной установки в депо.

Резервуар сточных вод и трубопроводы изготовлены из материалов, выдерживающих обработку дезинфицирующими средствами высокой концентрации.

Заправка системы свежей водой производится через расположенные с обеих сторон поезда стальные заправочные горловины с БРС типа «Kamlock» (рис. 9.14). Заправочные горловины защищены от попадания грубых загрязнений крышками. Также с каждой стороны поезда заправочное устройство оснащено индикатором 2 уровня заправки свежей водой.

Водонесущие компоненты включенного поезда сохраняют свою работоспособность в диапазоне температур от -40 до $+40$ °С. Трубопроводы свежей и сточной воды сис-

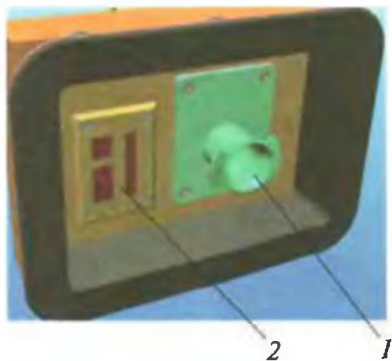


Рис. 9.14. Устройство заправки санузла:
1 — заправочная горловина; 2 — индикаторное устройство

темы санузла оборудованы изоляцией и сопровождающим обогревом, но резервуары свежей и сточной воды не обогреваются.

В эксплуатационной ситуации «Отстой во включенном состоянии» или «Отстой с питанием от внешнего источника» поезд обеспечивается электрическим питанием от АБ, а все системы обогрева защищают систему водоснабжения от замерзания. При прекращении обогрева бак сточных вод не замерзает при температуре наружного воздуха до -10°C включительно в течение 12 ч. Если отстой поезда производится при наличии опасности промерзания и с перерывом в режиме отопления, необходим запуск процедуры дренажа. Для ее проведения санузел должен быть обеспечен электроэнергией и сжатым воздухом. При задействовании ручных клапанов происходит опорожнение только труб свежей воды и резервуара свежей воды.

Слив на морозе осуществляется для резервуара свежей воды и кабины туалета. Полностью опорожняются все водопроводные компоненты туалетной кабины, соединенного с ней бака свежей воды и модуля вакуумного туалета. Слив свежей воды осуществляется прямо на железнодорожное полотно, а содержимое бака сточных вод должно быть откачано.

Централизованный дренаж всего поезда для защиты от замерзания не производится, для каждой кабины туалета слив на морозе должен запускаться отдельно.

Теперь рассмотрим вакуумную систему унитаза.

Это модульная система, оснащенная впускными и выпускными клапанами. В нее, наряду с блоком унитаза, входит блок управления (рис. 9.15, 9.16).

Вакуумный модуль подвешен на раму, предварительно закрепленную на стене санузла, и привинчен к ней. Слив соединен с трубопроводом сточных вод позади кабинки. Все питающие трубопроводы и шланги подключаются сзади.

Данная система работает на сжатом воздухе по принципу эжектора. При понижении давления в промежуточном резервуаре происходит опорожнение унитаза, при повышении давления в нем содержимое промежуточного резервуара перемещается в резервуар сточных вод.

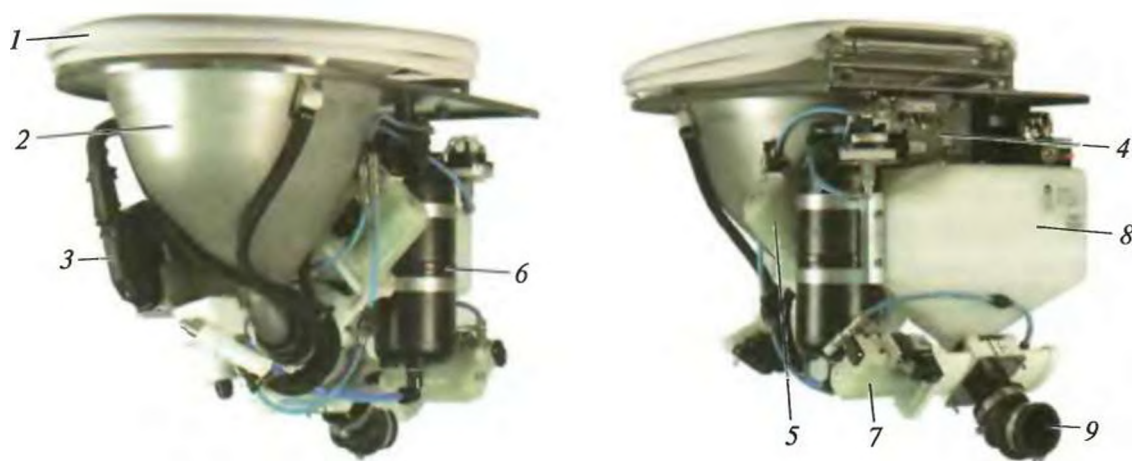
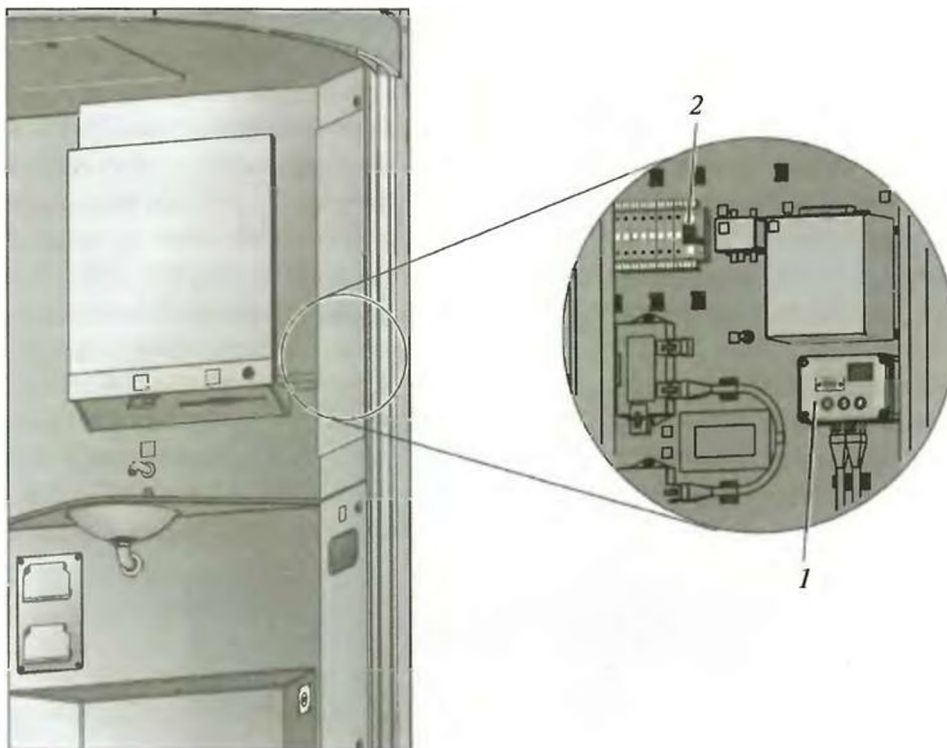


Рис. 9.15. Вакуумный блок унитаза:

1 — сиденье унитаза; 2 — блок унитаза и диффузоры; 3 — соединение с управляющим компьютером; 4 — панель контакторов; 5 — впускной золотниковый клапан; 6 — бак с водой для ополаскивания; 7 — выпускной золотниковый клапан; 8 — промежуточный резервуар; 9 — слив





Поз.	Элемент управления	Описание	Применение
1		Блок обратной промывки	Блок обратной промывки содержит кнопки для функций техобслуживания Технический смыв и Функция обратной промывки системы вакуумного туалета, чтобы при нарушениях в работе его функции можно было восстановить
2		Слив на морозе	Переключатель для запуска программы слива на морозе

Рис. 9.16. Блок управления системой вакуумного туалета

Пневматические клапаны имеют электронное управление, которое выполняет циклическую программу.

Наряду с осуществлением стандартного смыва есть возможность выполнить сервисный смыв, различные стадии обратного смыва и уже упомянутый дренаж против замерзания системы свежей воды.

Система управления обрабатывает и отображает внешние и внутренние сигналы или сообщения об ошибках. Для диагностических целей она оборудована интерфейсом, при помощи которого можно считать информацию о количестве циклов смыва, а также о типе и количестве возникших ошибок.

Конструкция вакуумного модуля такова, что его можно отсоединить от остальной части системы в несколько приемов. Для этого следует ослабить болты крепления (рама унитаза), хомут шланга на муфте трубопровода сточных вод, точки подвода и управляющие разъемы. Проверку правильности установки модуля унитаза после монтажа можно выполнить путем снятия его обшивки и через инспекционное отверстие с крышкой в стене санузла над модулем унитаза.

10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОЕЗДА

10.1. Запуск электропоезда

При запуске электропоезда необходимо убедиться, что все подвагонные ящики с высоковольтным оборудованием, ящики с оборудованием на 380 В закрыты. Ключи от них размещены в свою очередь в специальном ящике (рис. 10.1), схема заземления разобрана и находится в штатном состоянии (если хотя бы один из ключей будет отсутствовать, невозможно будет разобрать заземление, соответственно, поезд нельзя завести).

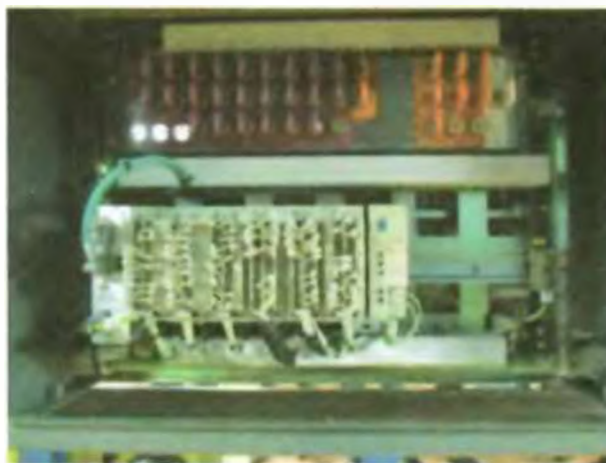


Рис. 10.1. Расположение ключей в ящике для их хранения

В кабине перед запуском необходимо удостовериться, что все петли безопасности, расположенные на третичной панели за спиной машиниста, находятся во включенном состоянии (кроме петли аварийного движения) (рис. 10.2), краны к приборам безопасности открыты, опломбированы, а также открыты краны к другим потребителям сжатого воздуха.



Рис. 10.2. Третичная панель

Затем следует включить аккумуляторную батарею, зафиксировав переключатель в положении ВКЛ на 2 с, после чего произойдет включение дежурного освещения по всему составу, запустится бортовой компьютер и начнется подготовка поезда к включению.

С помощью интерфейса «человек—машина» на пульте управления можно наблюдать за подготовкой поезда к работе. Как только на экране погаснут заставки операционной системы, принудительно кнопкой включения мониторов необходимо включить оба дисплея. Если на левом дисплее загорается основной экран, который отображает состояние контактной сети, потребляемого тока, тягово-тормозных усилий, а на правом дисплее отображаются диагностические сообщения с кодами ошибок (рис. 10.3), то следует вставить ключ в пульт управления и повернуть вправо до упора. Произойдет запуск пульта управления с включением всех мониторов, комплекса безопасности БЛОК. На пульте управления все сигнальные лампы загорятся на 2 с для проверки их работоспособности, включится радиостанция.



Рис. 10.3. Диагностические сообщения на правом дисплее

На левом интерфейсе внизу под пиктограммами необходимо нажать кнопку «Силовая схема», на экране отобразится окно с текущим состоянием высоковольтных компонентов и преобразователей собственных нужд всех вагонов, а если электропоезд сдвоенного формирования, то и для второго состава (рис. 10.4). С помощью данного экрана можно изменять конфигурацию токоприемников, отключать системы высоковольтного оборудования. Данные операции производятся с помощью стрелочек, расположенных справа от монитора. При наведении на определенный компонент курсора внизу под пиктограммой можно увидеть то или иное действие, которое необходимо совершить в зависимости от состояния компонента.



Рис. 10.4. Окно с текущим состоянием высоковольтных элементов

Если электропоезд заводится с нуля (отсутствует воздух в напорной (питательной) магистрали), то при нажатии кнопки «Подъем токоприемника» включаются вспомогательные компрессоры на вагонах 03, 04 (+300, +400 — схемное обозначение), находящиеся внизу под вагоном. Их включение можно услышать, открыв форточку в кабине. После

этого необходимо примерно через 1 мин повторно нажать кнопку «Подъем токоприемника». Затем на дисплее начинают мигать световые индикаторы желтого цвета всех токоприемников, так как отсутствует воздух в напорной магистрали или его давление менее 5 атм. После поднятия токоприемников на экране отобразится, каково напряжение в контактной сети: 3 кВ постоянного тока или 25 кВ переменного тока.

Если в сети постоянное напряжение, то после поднятия токоприемников автоматически произойдет включение разъединителя постоянного тока. После включения разъединителя световой индикатор загорится голубым цветом, что сигнализирует о запрете на включение быстродействующего выключателя и проверке его состояния. По истечении 30—45 с световой индикатор загорится белым огнем, что говорит о возможности включения БВ. Кратковременно, примерно с задержкой на секунду, следует нажать кнопку «Включение БВ/ГВ». Все включения и отключения на поезде делаются с выдержкой по времени не менее 1 с для четкого срабатывания приборов.

При переменном токе, если состав одиночный, действия будут аналогичными: нужно поднять токоприемники и через некоторое время включить ГВ. В данном случае разъединитель переменного тока не включится, так как он пневматический и ему необходимо давление в магистрали не менее 5,5 атм. Необходимо нажать кнопку БВ/ГВ и откачать воздух до 10 атм, затем отключить ГВ посредством нажатия кнопки «Выключение БВ/ГВ». Произойдет автоматическое включение разъединителя переменного тока с последующим опусканием первого по ходу движения токоприемника. В дальнейшем все питание поезда будет осуществляться от одного токоприемника и одного ГВ через разъединитель переменного тока. Если состав сдвоенного формирования, то перед поднятием токоприемников необходимо принудительно заблокировать по одному токоприемнику на каждом составе. Так как поезд на переменном токе должен эксплуатироваться на одном токоприемнике, то после включения ГВ произойдет его автоматическое отключение, а после трех включений и отключений сразу — запрет на включение ГВ на 5 мин. После зарядки напорной магистрали до 10 атм следует отключить ГВ, разблокировать заблокированные ранее токоприемники и ожидать включения разъединителя переменного тока после сбора правильной конфигурации токоприемников или же той конфигурации, какая необходима; после разрешения от комплексной бортовой системы управления (КБСУ) нужно включить ГВ.

После включения БВ/ГВ запускаются БУП1 и БУП2, причем после включения БУП1 на каждой секции начинают работать преобразователи собственных нужд. Затем происходит запуск всего поезда, появляется 110 В в цепях управления и 380 В, необходимые для работы вспомогательного оборудования. Весь процесс включения силовых приборов сопровождается миганием световых индикаторов зеленого цвета с крестиком внутри каждого силового компонента до момента его полного включения. По мере нарастания давления в напорной магистрали происходит зарядка тормозной магистрали при условии, что пневматический резервный кран В32 находится в нулевом положении. Зарядка тормозной магистрали осуществляется до величины давления в $5,0 \pm 0,2$ атм. Если же зарядка тормозной магистрали не началась после возрастания давления в напорной магистрали, то необходимо рукоятку резервного крана В32 кратковременно перевести в положение ШСТ (шунтирование стоп-крана). После заряда ТМ следует выждать не менее 5 мин для заряда всей магистрали, готовности воздухораспределителей, а также с целью убедиться, что не включилась функция уравнивания давления ТМ, предназначенная для отпуска непрямодействующего тормоза в случае его самопроизвольного срабатывания. Данная функция реализуется путем зарядки тормозной магистрали до величины давления в 5,6—5,8 атм с последующей ликвидацией сверхзарядного давления и включается автоматически при следующих условиях:

- электропоезд находится на стоянке, происходит смена кабин управления;
- давление в тормозной магистрали составляет менее 4,7 атм;

— один из воздухораспределителей КЕ дает сигнал на торможение (датчик давления фиксирует управляющее давление, расходящееся с нулем);

— в момент после процесса сцепления и расцепления поездов.

После включения функции БУТ формирует сигнал на запрет начала пробы тормозов (как полной, так и сокращенной полуавтоматической проверки действия). В случае прерывания данной функции произойдет неотпуск тормозов, что может привести к задержке поезда, если своевременно на это не отреагировать. Прерывание функции происходит при переводе рукоятки резервного крана В32 в любое тормозное положение во время активации функции. Чтобы избежать такой проблемы, необходимо:

— при активации пульта управления ознакомиться в случае их появления на правом интерфейсе «человек—машина» со следующими диагностическими сообщениями (цифровые коды не указаны, так как при разном программном обеспечении электропоезда они могут различаться):

«Тормоз: уравнивание ТМ — идет процесс ликвидации сверхзарядного давления в ТМ»;

«Тормоз: объединение ТМ — уравнивание ТМ произошло успешно», данное диагностическое сообщение может висеть до 2 мин, при этом возможен запуск проверки тормозов;

«Тормоз: срабатывание тормозов — функция уравнивания тормозов завершена с ошибкой»;

— после включения диагностического сообщения об уравнивании ТМ дождаться появления диагностического сообщения об объединении ТМ, которое придет по истечении 5 мин после включения функции. Если функция уравнивания все же не прошла или произошло ее прерывание для обеспечения нормальной работы непрямодействующего тормоза, следует убедиться, что стояночный пружинный тормоз активирован, вручную разрядить камеру А воздухораспределителя КЕ в тормозном контейнере в подвагонном ящике на всех вагонах. Для этого необходимо опустить рычаг ручной разрядки камеры А до упора и удерживать до полной разрядки, в которой можно убедиться по блинкеру срабатывания тормозов (он загорится зеленым, что сигнализирует о полном отпуске тормозов в тележке);

— отключить на головных вагонах электропоезда БУТы путем отключения автоматических выключателей RA-F01 в шкафу за кабиной машиниста. После разрядки камеры А следует в течение 5 мин дать восстановиться давлению в камере А и пройти функции уравнивания ТМ.

В случае если данные операции произвести нельзя ввиду наличия препятствия в виде платформы со стороны тормозного контейнера или каких-либо других причин, возможно завышение давления в тормозной магистрали и, соответственно, отпуск сработавших тормозов путем нажатия на ниппель в средней части пульта управления под черным колпачком. Нажатие необходимо производить, пока давление в тормозной магистрали не поднимется до 5,8 атм. По окончании данной процедуры также запрещается проводить какие-либо проверки тормозов резервным краном, пока не произойдет ликвидация сверхзарядного давления, после чего можно пробовать тормоза и продолжать движение.

10.2. Торможение

Как уже было сказано, на электропоезде применяются следующие виды торможений: служебное торможение, экстренное торможение, принудительное торможение, аварийное торможение, торможение пассажирским стоп-краном, торможение стояночным пружинным тормозом.

Служебное торможение имеет следующие режимы:

— основной режим;

- пропорциональное торможение;
- режим очистки дисков.

В основном режиме торможение происходит с помощью задатчика тягово-тормозных усилий. Причем если принять все торможение как 100 %, то первые 20 % реализует электрическое торможение. При дальнейшем увеличении тормозного усилия будет осуществляться наполнение тормозных цилиндров пневматикой, причем вначале наполнение будет идти на немоторные оси, а при увеличении тормозного усилия произойдет равномерное распределение давления на моторных и немоторных осях. Последнее фиксированное торможение — экстренное.

Режим пропорционального торможения применяется для равномерного распределения тормозного усилия по всем колесным парам во время торможения путем кратковременного нажатия на кнопку, находящуюся на рукоятке задатчика тягово-тормозных усилий. Также режим пропорционального торможения запускается автоматически блоком управления тормозной системы, если тормозное усилие от электрического тормоза отсутствует или сработала защита от юза. Отключить режим пропорционального торможения можно также посредством нажатия кнопки на задатчике тягово-тормозных усилий. После остановки поезда режим отключится автоматически, так же, как при постановке в ноль задатчика. Данный режим применяется при плохих погодных условиях (дождь, снег, листопад, обледенение контактной сети).

Режим очистки дисков возможен во время движения (контроллер тяги/торможения стоит в положении «Тяга») и во время электродинамического торможения (контроллер тяги /торможения находится в положении «Тормоз»). Данный режим используется для очистки тормозных дисков ото льда, снега и других загрязнений, его можно применить только при скорости движения более 5 км/ч. Также машинист имеет возможность включить/отключить режим очистки дисков с помощью кнопки «Очистка тормозных дисков».

При включенной системе автоведения запрос на торможение подается данной системой. Необходимое тормозное усилие рассчитывается в зависимости от мгновенной скорости и профиля пути, после чего в виде заданного значения передается в систему менеджера торможения.

В режиме *экстренного торможения* происходит пропорциональное, зависимое от загрузки поезда, торможение с помощью пневматического тормоза.

Экстренное торможение, выполняемое машинистом поезда, может быть произведено при помощи пневматического крана машиниста В32, контроллера тяги/торможения или активации ударной кнопки «Аварийная остановка поезда». При нажатии на данную кнопку активируются электрическое и пневматическое торможения, а также автоматически происходит подача песка до скорости 10 км/ч с одновременной подачей громкого сигнала тифоном до тех пор, пока машинист не отожмет кнопку. Активация экстренного торможения путем нажатия на кнопку «Аварийная остановка поезда» является наиболее эффективной, так как сразу все необходимые действия будут выполнены (подача песка, применение сигнала большой громкости).

Принудительное торможение возникает при всех случаях, когда торможение активируется не машинистом электропоезда, а именно:

- вмешательство системы автоведения;
- контроль перегрева букс;
- саморасцеп поезда.

Принудительное торможение в зависимости от ситуации может быть как экстренным, так и полным служебным.

Аварийное торможение аналогично экстренному, однако при малых скоростях дополнительно поддерживается электродинамическим тормозом. При аварийном торможении также идет подсыпка песком под колесные пары.

Активируется данный вид торможения посредством ударной кнопки аварийной остановки N03 (это кнопка красно-белого цвета в средней части пульта), при нажатии на которую происходит следующее:

- разрываются петли экстренного торможения (прямая и непрямая);
- тормозная магистраль разряжается до 0 атм;
- ГВ и БВ отключаются;
- опускаются все поднятые токоприемники;
- включается сигнальное освещение, активируется свисток, тифон, подача песка.

При нестандартной ситуации и необходимости применения аварийной остановки данную кнопку можно активировать и в неактивной кабине управления (в хвосте).

Каждый вагон электропоезда оборудован, как уже было упомянуто, *пассажирским стоп-краном* N01, с помощью которого пассажиры могут затребовать остановку поезда. При нажатии на стоп-кран на дисплее у машиниста загорается пиктограмма «Запрос на торможение от пассажирского стоп-крана» в виде рукоятки крана черного цвета на красном фоне. На пульте машиниста загорается световой индикатор кнопки шунтирования экстренного торможения. Раздается сигнал зуммера. Машинист электропоезда имеет возможность отменить поступивший запрос пассажира на экстренное торможение в случае нахождения поезда в районе искусственных сооружений, где делать остановки не рекомендуется, и начать торможение в доступном месте либо с меньшим тормозным усилием. Такое шунтирование возможно только при скорости выше 15 км/ч. Оно должно быть выполнено в течение 5 с после сигнала запроса на экстренное торможение путем нажатия на кнопку шунтирования экстренного торможения. Если этого не произошло, экстренное торможение начнется автоматически. При скоростях движения менее 15 км/ч экстренное торможение начнется незамедлительно.

Если машинисту поступило несколько запросов на экстренное торможение от пассажиров, то на интерфейсе «человек—машина» они появятся по порядку вызова и для их отмены необходимо нажать кнопку шунтирования экстренного торможения соответствующее количество раз.

В случае неисправности петли пассажирского стоп-крана его можно шунтировать с помощью шунтирующего переключателя, находящегося на третичной панели за спиной машиниста. Переключатель выполнен в виде поворотного выключателя с положениями «Вкл.», «Выкл.».

Стояночный пружинный тормоз можно активировать при скоростях движения менее 10 км/ч, и тогда произойдет плавное торможение до полной остановки, в случае же активации при скорости выше 10 км/ч реализуется экстренное торможение. Стояночный пружинный тормоз служит для надежного удержания электропоезда в местах отстоя.

На электропоезде существует несколько видов *проверок тормозов*, которые установлены на основании рекомендации завода-изготовителя:

- полная полуавтоматическая проверка тормозов;
- сокращенная полуавтоматическая проверка тормозов;
- ручная проверка тормозов.

Полная полуавтоматическая проверка тормозов осуществляется путем выполнения последовательности команд компьютерной бортовой системы управления (КБСУ) посредством активации меню «Состояние тормозов» с последующим включением опции «Полная проверка» на интерфейсе из кабины управления, противоположной направлению предстоящего движения.

Проверка начинается, после того как машинист нажал на интерфейсе кнопку включения полной полуавтоматической проверки тормозов и проходит в следующей последовательности:

- автоматическая проверка проходимости ПМ;
- установка пневматического крана в положение «Экстренное» (следует удерживать до тех пор, пока внизу не появится надпись «Поставить кран в положение «0»);

- перевод контроллера тяги/торможения в положение «100 % торможения»;
- автоматическая проверка петли экстренного торможения (ПЭТ);
- перевод контроллера тяги/торможения в положение «Экстренное»;
- активация клавиши аварийной остановки;
- автоматическая проверка системы противоюза;
- окончание проверки тормозов.

Все команды дисплея следует выполнить сразу без задержек, так как если в течение минуты не произвести рекомендуемое действие, то произойдет сброс проверки тормозов с выводом на экран сообщения о ее непрохождении, после чего проверку придется запускать заново. Команды на выполнение действий КБСУ подает путем мигания зеленого квадрата слева от необходимого действия (указанного на дисплее текста) или снизу, когда это действие необходимо прекратить.

Выполнение полной полуавтоматической проверки осуществляют работники локомотивной бригады при отстое поезда в депо или на станции оборота с таким расчетом, чтобы при следовании до следующей станции оборота или депо время между проверками не превышало 24 ч. Результаты проверки фиксируются в ТУ-152 с указанием даты и времени ее проведения.

Если полная полуавтоматическая проверка тормозов была завершена с ошибкой или прервана, то необходимо выполнить ручную проверку тормозов. В этом случае машинист обязан предоставить отдельный рапорт с указанием времени и результата проверки. Работники локомотивной бригады при приемке электропоезда при заступлении на работу и после отдыха должны контролировать дату, время и результат проведения полной полуавтоматической проверки тормозов по записи в журнале формы ТУ-152.

Сокращенная полуавтоматическая проверка тормозов осуществляется в результате выполнения последовательности команд КБСУ посредством активации меню «Состояние тормозов» с последующим включением опции «Сокращенная проверка». На интерфейсе, на котором отображается картинка с определенными действиями, следует нажать кнопку «Вкл.». На экране появится зеленый крестик, мигающий в зеленом квадрате, это значит, что проверка началась. Далее, по мере того как будет загораться каждый следующий мигающий квадратик, необходимо, соответственно, выполнять следующее действие. Автоматическая проверка проходимости ПМ заканчивается, как только крестик перестает мигать. Затем по команде КБСУ (замигает следующий квадрат, следует поставить пневматический кран в положение «ЭТ» (экстренное)) машинист выполняет следующее действие, которое требует машина. После того как произойдет разрядка ТМ, на интерфейсе внизу появится надпись «Вернуть кран в исходное положение «0»». Когда это будет сделано, квадрат перестанет мигать и произойдет зарядка ТМ. Затем включается следующая проверка — «Перевести кран тяга/тормоз в положение «ПСТ»». Далее автоматически включается проверка противоюзных клапанов, а затем КБСУ просит перевести контроллер тяги/торможения в положение экстренного торможения. После проведения всех проверок зеленый квадрат загорается напротив надписи «Закончить проверку тормозов». Внизу на экране следует нажать кнопку «Выкл.». Проверка тормозов закончена, когда на экране высвечивается надпись «Проверка тормозов успешна».

Как и в случае с полной полуавтоматической проверкой тормозов, если в течение 1 мин не выполнить требуемое программой действие, то проверка закончится и выдаст заключение, что она не пройдена, и придется запустить ее заново. Если по окончании проверки не нажать кнопку «Выкл.», то на поезде не будет тяги, пока проверка не будет пройдена заново.

Сокращенная полуавтоматическая проверка тормозов выполняется в следующих ситуациях: из головной кабины управления после проведения полной полуавтоматической проверки тормозов; после смены кабины управления (в том числе даже при кратковре-

менной деактивации и активации кабины управления); после отключения стояночного или пневматического тормозов на отдельных вагонах.

Если сокращенная полуавтоматическая проверка завершена с ошибкой или прервана, необходимо выполнить ручную проверку тормозов. В этом случае машинист пишет рапорт на имя начальника с указанием времени и результата проверки. Если же сокращенная или полная проверки не запускаются, необходимо на интерфейсе «человек—машина» в окне диагностических сообщений просмотреть, какие имеются ошибки и не включилась ли функция уравнивания давления ТМ, которая блокирует запуск данных проверок.

Ручная проверка тормозов выполняется путем постановки рукоятки пневматического крана FBS1-9-SB2-DA (FBS1) из положения «0» в любое другое положение выше «5Т». Делается это, чтобы по манометрам было видно, произошло ли наполнение тормозных цилиндров. Срабатывание пневматического тормоза можно проверить и с помощью включения аварийного режима. Произойдет отпуск тормозов всего состава, затем рукоятку крана FBS1 нужно перевести в положение «1А», после чего можно увидеть наполнение тормозных цилиндров и по манометрам, и по показаниям на блоке индикации системы БЛОК, и по интерфейсу в окне «Состояние тормозов». Отпуск тормозов производится постановкой рукоятки крана FBS1 в положение «0» и контролируется аналогичным образом.

Ручная проверка тормозов осуществляется в случае невозможности выполнения полной полуавтоматической или сокращенной полуавтоматической проверок тормозов, после смены локомотивных бригад, после стоянки продолжительностью 20 мин и более, после сцепки составов для следования в двояном режиме, после расцепки составов для следования в одиночном режиме (отдельно на каждом составе).

Перед началом маневровых передвижений необходимо проверить тормоза на эффективность в пути до полной остановки при скорости 3—10 км/ч. Данная проверка выполняется путем перевода рукоятки крана FBS1 из положения «0» в положение «1В» до полной остановки поезда.

При ведении поезда управление тормозами осуществляется, как уже неоднократно было сказано, рукояткой контроллера машиниста (задатчик тягово-тормозных усилий) или при необходимости краном FBS1.

Проверка действия пневматических тормозов в пути следования выполняется после отправления с начальной станции, после производства сокращенной или ручной проверки тормозов на стоянке, перед прибытием на тупиковый путь станции. Проверка действия тормозов в пути следования осуществляется только для пневматических тормозов путем постановки крана FBS1 из положения «0» в положение «3Т» (в зимнее время в — положение «5Т») в установленных местах с установленной скоростью на определенном расстоянии. Если же место не является установленным, то проверка производится путем снижения скорости на 10 км/ч за время менее 15 с.

10.3. Управление пассажирскими наружными дверями

Открытие пассажирских наружных дверей происходит при нажатии пассажиром кнопки, расположенной на двери и подсвеченной зеленым огнем (при условии снятой блокировки в кабине машиниста).

Закрывание дверей осуществляется автоматически по истечении определенного времени (при условии отсутствия сигнала о закрытии и блокировании двери с пульта машиниста и сигнала с фотосенсора, расположенного в проеме дверей, контролирующего вход и выход пассажиров), которое регулируется посредством переключения режимов работы поезда с монитора пульта машиниста. В окне «Режим поезда» можно выбрать один из двух режимов работы дверей: городской (автоматическое закрытие дверей происхо-

дит приблизительно через 5 с, температура в салоне составляет 15 °С) или междугородний (автоматическое закрытие дверей происходит через 10 с, температура в салоне составляет 22 °С). Время выдержки двери в открытом состоянии при различных режимах можно менять программно. Переключателем в кабине машиниста можно выбрать режим работы дверей «Уборка» (двери открыты приблизительно 60 с) и «Техобслуживание» (двери остаются открытыми постоянно).

На интерфейсе «человек—машина» при работе дверей отображаются следующие символы (рис. 10.5).

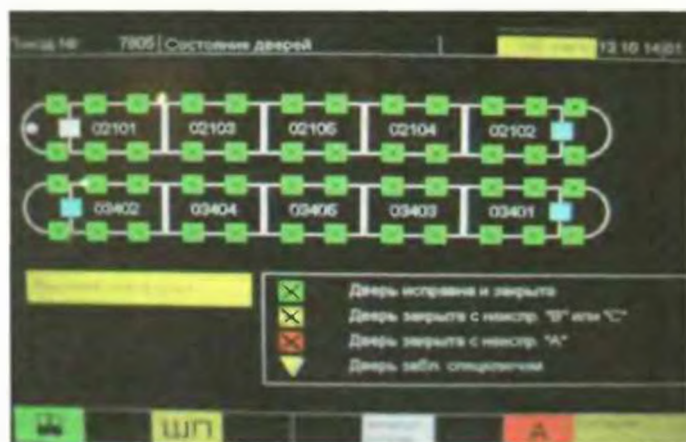


Рис. 10.5. Отображение состояния дверей на интерфейсе «человек—машина»

Крестик на зеленом фоне означает, что двери закрыты и заблокированы (поезд может начать движение), на желтом фоне — двери закрыты и разблокированы с соответствующей стороны (поезд нельзя привести в движение до блокирования дверей с пульта машиниста и появления на дисплее символа закрытия дверей). Крестик на красном фоне и стрелка вправо или влево сообщают, что двери открыты и петля защиты дверей разорвана (поезд нельзя привести в движение).

Все эти символы отображаются при выставленном переключателе «Высокая платформа». В положении «Низкая платформа» под символом двери горит черточка.

Если дверь заблокирована механически, в окне «Двери» на мониторе отображается желтый треугольник. Механическое блокирование производится спецключом непосредственно в вагоне и на данной двери.

Если горит символ в виде вопросительного знака, то потеряна связь с блоком управления дверями (рис. 10.6) или выключен автомат АЗВ дверей № NB-F01 (01 — это первая дверь справа и т.д. до 04). В данном случае обязательно нужно заблокировать дверь механически. При горящем вопросительном знаке начало движения возможно только с помощью кнопки снятия блокировки движения; в течение 15 с после нажатия кнопки и момента, когда загорелась ее подсветка, следует начать движение, в противном случае подсветка кнопки погаснет и необходимо будет снова ее нажать. Данная процедура предусмотрена для защиты от начала движения с открытыми дверями и дверями, находящимися без контроля, с неисправной петлей защиты двери.

Все пассажирские двери объединены петлей защиты, чтобы исключить возможность движения с открытыми дверями или с неисправным блоком управления. При пропадании на блоке управления дверью сигнала о ее закрытии (во время движения) подается сигнал на разрыв петли пассажирского стоп-крана. Если машинист в активной кабине управления не шунтирует петлю кнопкой «Пассажирский стоп-кран», активируется принудительное торможение до полной остановки.

Для сервисной проверки дверей в депо предусмотрена специальная кнопка «Service-Tester», открывающая или закрывающая двери в зависимости от их конечного положения (рис. 10.7).

Дожатие дверей в конечном положении и их плотную фиксацию в закрытом положении осуществляет специальный привод. По индикации маркера на нем можно понять, зафиксирована ли дверь в конечном положении.

Для защиты блока управления дверями от перепадов напряжения предусмотрен АЗВ № NB-F01. Он расположен рядом с блоком управления дверями. Данный автомат также используется для перезагрузки неисправной двери путем обесточивания блока.

Изменять режимы работы дверей можно также с помощью сервисного переключателя положения двери и выдвижной ступеньки (см. пп. 2.1.9).

В каждом тамбуре и снаружи поезда предусмотрены рукоятки экстренной разблокировки дверей, о которых было подробно рассказано в пп. 2.1.8.

10.4. Климатическая установка

О режимах эксплуатации климатических установок пассажирских салонов и кабины машиниста было подробно рассказано в п. 9.3. Интерфейс управления климатической установкой представлен на рис 10.8.



Рис. 10.8. Интерфейс управления климатической установкой

10.5. Третичная панель шунтирующих переключателей

Третичная панель шунтирующих переключателей (см. рис. 10.2) расположена, как уже было упомянуто, на задней стенке кабины машиниста. Она позволяет управлять основными элементами поезда и отключать неисправно работающие системы с помощью следующих переключателей:

«Аккумуляторная батарея (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — импульсный переключатель включения и отключения аккумуляторной батареи;

«Аварийные системы АЛ.НАПР. (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — в положении «ВКЛ.» подключает к линии АБ напрямую независимо от главных контакторов аккумуляторной батареи аварийное освещение вагонов, радиостанцию, систему противоюза и локальное включение красных огней;

«АЛ.НАПР.ВЫКЛ.» — позволяет отключить линию аккумуляторной батареи, питающие основные элементы поезда от АБ напрямую после отключения основных переключателей АБ. Отключение производится четырехгранным спецключом посредством поворота его по часовой стрелке, полное отключение АБ контролируется по вольтметру. Если электропоезд сдвоенный, то на втором поезде необходимо также проверить полное отключение АБ (при необходимости данную процедуру следует повторить);

«ЦППС (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — шунтирование петли пожарной сигнализации»

«Линии пожарной сигнализации (перезагрузка ВКЛ., ВЫКЛ.)» — управление пожарной сигнализацией вагона;

«Освещение пассажирского салона» — включение основного освещения в салоне;

«Аварийное освещение ВЫКЛ.» — отключение аварийного освещения в салонах;

«Поездная радиосвязь» — в положении АВТО включение радиосвязи происходит при активации кабины управления, соответственно при деактивации происходит ее отключение;

«ТО-0-УБОРКА» — переключатель под четырехгранный спецключ, активирует соответствующие режимы дверей;

«Шунтирование ПЭТ (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — в положении ВЫКЛ. позволяет шунтировать петлю экстренного торможения в случае ее неисправности (обрыв, короткое замыкание);

«ПСК (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — в положении ВЫКЛ. позволяет шунтировать петлю пассажирского стоп-крана в случае ее неисправности (обрыв, короткое замыкание);

«БЛОК (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — в положении ВЫКЛ. позволяет шунтировать некорректное воздействие системы БЛОК на ПЭТ поезда;

«Аварийное движение (ВКЛ./ВЫКЛ.)» — в положении ВЫКЛ. активирует режим хода в аварийном режиме при невозможности дальнейшего следования в штатном режиме. При этом на поезде вводятся следующие ограничения:

- режим тяги от «0» до « F_{\max} » ограничивается скоростью, равной примерно 0,5 км/ч. При постановке рукоятки контроллера в « F_{\max} » реализуется максимальное тяговое усилие;

- скорость ограничивается 100 км/ч (происходит автоматический сброс тягового усилия);

- на стоянке не работает удерживающий прямодействующий тормоз;

- торможение можно осуществлять только пневматическим краном.

При смене кабин управления или выключении поезда все петли безопасности должны быть возвращены в исходное состояние.

10.6. Система пожарной сигнализации

В случае срабатывания пожарной сигнализации Rail 138 происходит, как уже было рассказано в п. 9.2, автоматическое отключение пораженного участка от напряжения с последующим выводом информации на интерфейс «человек—машина».

На пульт управления пожарной сигнализацией (рис. 10.9) также приходит диагностическое сообщение со звуковой и световой сигнализацией о возможном возгорании или неисправности в системе пожаротушения. Данный пульт находится под третичной панелью в кабине машиниста.

В случае ложного срабатывания для блокировки неисправности необходимо произвести определенные действия в следующем порядке:

- 1) на пульте пожарной сигнализации на сенсорном экране в нижней панели начального меню нажать «Неиспр.»;
- 2) на дисплее отобразится список всех сообщений о неисправностях на поезде;
- 3) несквитуемые ранее сообщения отображаются на черном фоне;
- 4) для блокировки несквитуемого сообщения необходимо его выбрать и нажать «Блок.»;
- 5) в появившемся сообщении необходимо ввести пароль и дважды нажать подтверждение (пароль в разных организациях будет своим);
- 6) неисправность блокирована. Для возврата в главное меню необходимо нажать кнопку «Вызов начального меню».

В случае срабатывания датчиков дыма в салоне достаточно в данном вагоне перезагрузить пожарную сигнализацию, удостоверившись в отсутствии возгорания. Ложные срабатывания чаще всего происходят в туалете, когда пассажиры курят или пользуются лаками в непосредственной близости от датчика.

Выключатели пожарной сигнализации расположены в вагонах 01 и 02 в кабинах машиниста на третичной панели шунтирующих переключателей (обозначаются JS-S01). В вагонах 03, 04, 05 они находятся у пассажирского тамбура № 1 под панелью стоп-крана с переговорным устройством слева.

Выключатели имеют два режима работы:

- шунтирование пожарной сигнализации в вагоне, активируется поворотом выключателя в правую сторону до фиксированного положения (щелчка). Применяется для отключения неисправной пожарной сигнализации вагона;
- перезагрузка пожарной сигнализации в вагоне, активируемая поворотом выключателя в левую сторону (кратковременный контакт) с возвратом в положение «ВКЛ.».

Шунтирующие выключатели -JS-S02 ЦППС в кабинах управления в вагонах 01, 02 позволяют отключать систему обнаружения пожара по всему поезду сразу. Данное отключение необходимо в случае неисправности петли пожарной сигнализации (обрыв, короткое замыкание).

В качестве ручных способов тушения пожара на поезде применяются огнетушители и генератор огнетушащего аэрозоля переносной АГС-5 (рис. 10.10). АГС-5 предназначен для локализации и тушения при возгорании твердых горючих материалов, легко воспламеняющихся и горючих жидкостей, электроизоляционных материалов и электрооборудования, в том числе под напряжением, в различных помещениях на всех видах транспорта.



Рис. 10.10. Генератор огнетушащего аэрозоля АГС-5

Принцип действия генератора основан на ингибировании окислительно-восстановительных реакций высокодисперсными продуктами и окислов щелочных материалов.

АГС-5 состоит из корпуса, в котором размещены два аэрозолеобразующих заряда, отделенных от корпуса теплоизоляционным слоем. Друг от друга заряды отделены изолирующим элементом. На боковой поверхности имеется втулка с резьбой для крепления узла запуска. Для переноски и забрасывания на корпусе предусмотрена ручка. Выход аэрозоля осуществляется через щелевое сопло, расположенное по всей поверхности корпуса.

Узел запуска включает металлический корпус, инициирующее устройство терочного типа, замедляющий состав и основной состав. Иницирующее устройство снабжено веревочной петлей. Для предотвращения случайного запуска генератора верхняя часть узла запуска, в которой расположено инициирующее устройство с прикрепленной веревочной петлей, защищается съемным полиэтиленовым колпачком.

Замедляющий состав в узле запуска обеспечивает задержку срабатывания генератора на 7—10 с, необходимую для его безопасного забрасывания в горящее помещение. При срабатывании узла запуска раздается характерный звук и из дренажного отверстия на его корпусе появляется струйка дыма.

Следует учитывать, что один генератор рекомендуется применять в помещениях объемом до 40 м³ при условии отсутствия открытых проемов в потолочных и ограждающих конструкциях.

Для подготовки генератора к работе необходимо осторожно вернуть узел запуска во втулку с резьбой, не снимая защитный колпачок и не нарушая фиксации веревочной петли на корпусе узла запуска.

Для приведения генератора в действие следует:

- одной рукой взять генератор за рукоятку;
- опустить его вертикально вниз, свободной рукой снять защитный колпачок с узла запуска;
- освободить веревочную петлю и резко дернуть ее таким образом, чтобы она перемещалась вдоль оси узла запуска;
- забросить генератор в горящее помещение.

При работе генератора в радиусе 0,75 м образуется температура более 150 °С. Наличие в воздухе огнетушащего аэрозоля снижает видимость в помещении до нуля.

После выдергивания веревочной петли обязательно должен быть произведен заброс генератора, даже если нет уверенности что узел запуска сработал. Забрасывать генератор разрешается только в помещение, где отсутствуют люди.

На электропоезде применяются порошковый и углекислотный огнетушители NEURUPPIN (рис. 10.11).



Рис. 10.11. Порошковый и углекислотный огнетушители

Углекислотный огнетушитель содержит 5 кг углекислотного газа. Для его использования следует выдернуть чеку, взять шланг в руки и направить на очаг возгорания, затем нажать на рычаг.

Порошковый огнетушитель приводится в действие следующим образом. Необходимо вытянуть предохранитель, с силой ударить по пусковой кнопке, направить сопло на очаг возгорания, нажать рычаг распылительного пистолета.

10.7. Система информирования пассажиров

Система информирования пассажиров (СИП) в электропоезде «Ласточка» служит для сообщения пассажирам различных сведений и организации их досуга, а также обеспечивает связь с поездной бригадой.

СИП состоит из следующих подсистем:

- визуальное информирование пассажиров, в том числе о маршруте следования, остановках в пути, температуре окружающего воздуха и текущей скорости;
- внутрипоездная связь и акустическая информация для пассажиров, поездная связь между кабиной и пассажирским салоном, речевые объявления о предстоящем маршруте и т.д.

Для получения данных о текущем местоположении поезда и скорости следования система оборудована антенной GPS. Блок управления СИП находится в кабине машиниста, с его помощью можно вводить номер поезда и включать различные оповещения для пассажиров (рис. 10.12).



Рис. 10.12. Блок управления СИП

Перед отправлением поезда локомотивная бригада должна ввести его номер в СИП для чего необходимо действовать в следующем порядке:

- 1) нажать кнопку со знаком флажка;
- 2) на экране высветится сообщение: «Все индикации будут выключены. Продолжить?»;
- 3) для подтверждения нажать кнопку со знаком галочки;
- 4) отобразится меню маршрута, в котором следует с помощью цифровых клавиш ввести номер поезда, затем подтвердить правильность ввода кнопкой со знаком галочки;
- 5) в случае неверного ввода можно с помощью клавиши с изображением направленной влево стрелки удалить ошибочные данные. С введенным номером поезда при нажатии кнопки «Закрытие дверей» СИП объявит: «Осторожно двери закрываются, следующая остановка...». За 1000 м до остановочного пункта система сообщит о прибытии в данный пункт, на остановке при нажатии кнопки «Разблокирование дверей» — о названии текущей и следующей остановки.

Для запуска объявлений в ручном режиме необходимо войти в сервисное меню и выбрать «Спец.текст/Объявления», нажав цифру 1, далее выбрать «Спец. объявления», нажав цифру 2. В появившемся меню следует выбрать номер требуемого объявления.

10.8. Порядок сцепки и расцепки двух поездов.

Эксплуатация двоенного поезда

10.8.1. Порядок сцепки двух поездов

На конце вагонов 01 и 02 монтируется автоматическая сцепка Шарфенберга, которая позволяет сцеплять и расцеплять поезда без ручного вмешательства. Сцепка создает механическое, электрическое и пневматическое соединение при двойной тяге. В случае неполадки поезда могут буксировать друг друга.

Механическая головка сцепки обогревается при помощи специальных элементов, расположенных на ее торцевой поверхности. Электрические сцепки и их приводы также выполнены с обогревом. Устройства обогрева позволяют даже при неблагоприятных атмосферных условиях выполнять механическую и пневматическую сцепку (если поезда механически соединились, то пневматика соединится автоматически, — так предусмотрено конструкцией сцепки). Для подготовки поезда к процессу сцепления следует привести его в рабочее состояние, чтобы активировать функцию обогрева автосцепок. Для прогрева автосцепки до необходимой температуры необходимо определенное время:

20 мин при температуре воздуха на улице от -25 до $+10$ °С;

30 мин при температуре воздуха от -40 до -25 °С.

Обогрев торцевой поверхности со стороны зева сцепки автоматически отключается в сцепленном состоянии.

Для сцепления электропоездов «Ласточка» необходимо, чтобы оба поезда были завезены, давление в напорной магистрали соответствовало нормальному зарядному. Напряжение батареи должно составлять не менее 90 В. Пульты управления на поезде, к которому осуществляется прицепка, должны быть деактивированы, стояночный пружинный тормоз — активирован. Перед прицепкой необходимо снять защитные кожухи с автосцепок, визуально осмотреть их, проверить положение кранов (нормальное положение кранов НМ и ТМ — открытые) вдоль трубы. Кран, отвечающий за выдвижение электрической части автосцепки должен находиться в положении «Откр.». Затем машинист поезда, убедившись в готовности второго состава, со скоростью не более 3 км/ч производит сцепление составов. Когда поезда подъезжают друг к другу, головки сцепок центрируются, автоматически сцепляются и создают жесткое механическое сцепление. Одновременно автоматически соединяются НМ и ТМ. Затем автоматически выдвигаются вперед электрические сцепки, соединяясь друг с другом.

Об успешном соединении машинист может определить по следующим признакам:

- произошла автоматическая деактивация пульта управления;
- на ИЧМ появилась пиктограмма (два соединенных вагона);
- внешнее освещение (хвостовые сигналы) поезда, к которому осуществлялась прицепка, выключилось (в тех головах поезда, где производилась сцепка).

После соединения машинисту следует выключить ключом прибор безопасности ЭПК-150, перевести переключатель направления движения в положение «0», в случае необходимости нажать кнопку разблокировки дверей с нужной стороны (все зависит от программного обеспечения поезда), изъять ключ из пульта управления и приступить к смене кабин управления.

В зимний период нужно следить за тем, чтобы автоматы «Обогрев сцепки» не срабатывали. Помощник машиниста после присоединения и деактивации пульта управления осматривает автосцепку и при необходимости поправляет чехлы на ее подвижных частях. Данная процедура важна для предупреждения налипания снега на подвижные части сцепки (электрической части), так как это может привести к некорректному сцеплению поездов.

10.8.2. Эксплуатация сдвоенного поезда

Эксплуатация сдвоенного поезда аналогична управлению одиночным составом за исключением некоторых особенностей.

На левом ИЧМ в основном меню на экране тягово-тормозных усилий отображаются усилия сдвоенного поезда.

В меню «Силовая схема» отображаются ведущий и ведомый составы. Ведущий состав обозначается как «Поезд 1», ведомый — как «Поезд 2». В меню «Тормозное оборудование» появляются подменю «Поезд 1» и «Поезд 2», в которых можно посмотреть состояние пневматического оборудования обоих поездов. На правом ИЧМ в меню «Диагностика» сообщения о неисправностях ведущего поезда приходят с индексом «ПЧ 1», ведомого — с индексом «ПЧ 2».

При полном выключении аккумуляторной батареи с помощью импульсного выключателя «АБ напрямую ВЫКЛ.» эту процедуру необходимо выполнять в обоих составах. При этом следует обращать внимание на показатели вольтметра также в обоих составах. После выключения аккумуляторной батареи напряжение на вольтметре должно равняться нулю. Данный момент необходимо контролировать, так как при разном программном обеспечении электропоезда второй состав может сразу отключиться при выключении импульсным выключателем «АБ напрямую ВЫКЛ.», а может и нет.

При смене кабин управления после активации пульта произойдет смена конфигурации одиночного состава на сдвоенный.

Для предотвращения неотпуска тормозов на поезде может произойти завышение давления в ТМ до 5,6—5,8 атм с последующим его выравниванием до зарядного давления 5,2—5,0 атм. В этот момент нельзя применять какое-либо торможение резервным пневматическим краном во избежание неотпуска тормозов.

Необходимо контролировать включение основного освещения, так как в зависимости от программного обеспечения возможно отключение света в составе после присоединения. Кроме того, следует контролировать работу стояночного пружинного тормоза, так как кнопки его включения могут попеременно мигать, что говорит о том, что на составе, к которому была осуществлена прицепка, СПТ включен, а на составе, который прицеплялся, — нет. Необходимо нажать на кнопку «Включение СПТ» для активации стояночных тормозов на всех составах, иначе невозможно будет провести сокращенную проверку действия тормозов на обоих составах.

После данных операций следует ввести данные в БЛОК, включить ЭПК, осигнализировать голову электропоезда, повернуть переключатель направления движения в положение «Вперед», проверить наличие тяги и отпуск тормозов. Проверку отпуска тормозов можно производить путем включения режима аварийного движения на третичной панели, но обязательно только на заторможенном СПТ составе. На правом ИЧМ в окне тормоза необходимо проконтролировать отпуск по обоим составам.

10.8.3. Порядок расцепки двух поездов

Автоматическая расцепка

Расцепка может быть осуществлена с помощью дистанционного управления. При этом автоматически расцепляются электрические, пневматические и механические части автосцепного устройства. Как только поезда отъехали друг от друга, они вновь готовы к сцеплению.

Для расцепки поезда в автоматическом режиме необходимо проделать определенные операции в следующем порядке:

- 1) остановить поезд;
- 2) включить стояночный пружинный тормоз;
- 3) деактивировать пульт управления;
- 4) в кабине, из которой будет происходить расцепка (смежные кабины поездов), вставить ключ в пульт управления и повернуть. В данный момент кабина не активируется, все останется без изменений, но появится возможность для расцепа;

5) нажать кнопку расцепки справа на пульте под радиостанцией. Для корректного расцепления необходимо кнопку удерживать в течение примерно 3 с. После этого произойдет расцепка поездов, сопровождаемая характерным звуком, и одновременная активация пульта управления (со сменой конфигурации поезда со сдвоенного режима на одиночный). Включатся хвостовые сигналы (если они заранее были выключены). При этом на ИЧМ кратковременно высветится пиктограмма в виде двух разведенных поездов.

После расцепки поезда необходимо отвести друг от друга на безопасное расстояние (10 м) и навесить защитный чехол на торцевую часть автосцепки.

Ручной режим

В случае если автоматическая расцепка, производившаяся из одной кабины, не произошла, следует перейти в другую смежную кабину и нажать кнопку расцепки там. Если же и это не помогает, необходимо расцеплять автосцепки вручную.

Для расцепления в ручном режиме следует:

- 1) затормозить состав стояночным пружинным тормозом;
- 2) деактивировать кабины управления;
- 3) спуститься вниз и, соблюдая меры техники безопасности, встать в проеме между двух поездов слева со стороны помощника машиниста;
- 4) снять с фиксатора расцепной трос (с красной ручкой) и с усилием потянуть на себя до легкого шелчка.

Если электрическая часть не расходится, то необходимо взять ключ на 17 мм и развести автосцепки с его помощью.

После расцепки расцепной трос следует повесить на место, проследив за тем, чтобы он имел слабинку.

10.9. Аварийные и нестандартные ситуации

10.9.1. Следование электропоезда «Ласточка» со вспомогательным локомотивом

Для перемещения электропоезда в холодном состоянии, а также для оказания помощи должны выделяться локомотивы, оборудованные системой осушки сжатого воздуха и имеющие рукав напорной магистрали. В исключительных случаях по согласованию с эксплуатирующей организацией для оказания помощи может быть выделен локомотив грузового или маневрового движения, не имеющий подобной системы. С таким локомотивом поезд может быть доведен до ближайшей станции, где должна быть произведена замена на специально оборудованный для этих целей локомотив. Скорость следования сплотки как с обесточенными, так и с включенными вспомогательными цепями должна составлять не более 100 км/ч.

Буксировка электропоезда «Ласточка» с погашенной аккумуляторной батареей

При необходимости перемещения электропоезда «Ласточка» с выключенной АБ вспомогательным локомотивом необходимо действовать в следующем порядке.

1. Закрепить электропоезд от самопроизвольного ухода стояночным пружинным тормозом или тормозными башмаками (в зависимости от ситуации).

2. Опустить токоприемники, деактивировать пульт управления, выключить аккумуляторную батарею. Для этого в кабине машиниста следует установить переключатель S01 «Аккумуляторная батарея» в положение «ВЫКЛ.», затем произвести отключение линии «АБ напрямую» поворотом переключателя S03 «АЛ НАПР.» комбинированным ключом по часовой стрелке.

3. Снять защитный кожух с автосцепки и установить адаптер автосцепного устройства, который находится в подвагонном контейнере вагона D (+500).

4. В тормозном контейнере каждого вагона необходимо произвести следующие переключения пневматических кранов:

- отключение прямодействующего тормоза B51.04;
- отключение стояночного пружинного тормоза B53.01 и B 53.02;
- ограничение давления в ТЦ по причине отсутствия противоюзной защиты B51.11.

Если прицепляемый локомотив будет с ТМ и НМ, то можно в тормозном контейнере осуществить отключение стояночного пружинного тормоза путем поворота комбинированного ключа вправо (кратковременно). В зимний период при примерзании аварийных тросов отпуска стояночного пружинного тормоза данную процедуру нужно проводить обязательно, в противном случае невозможно будет растормозить состав и колесная пара будет заторможена, что может привести к ее повреждению.

В штатном режиме в тормозном контейнере все «барашки» кранов расположены горизонтально, кроме «барашка» крана B51.11 «Переключение на низкое давление в ТЦ»: он расположен вертикально (рис. 10.13).

5. Произвести отключение стояночного пружинного тормоза аварийным отпускным тросом на всех вагонах с двух сторон. После отпуска СПТ аварийный трос необходимо вернуть в первоначальное положение и зафиксировать шплинтом с предохранительной скобой.

При отключенном СПТ на боковых сигнализаторах состояния тормозов (блинкерах) появится черная горизонтальная полоса на красном фоне.

6. Произвести механическую блокировку всех наружных дверей со стороны пассажирского салона при помощи комбинированного ключа.

7. Для обеспечения возможности зарядки тормозной магистрали поезда необходимо в обеих кабинах управления произвести переключение крана быстродействующего клапана SIFAB40.02. Кран находится в средней части пульта машиниста (рис. 10.14 и рис. 10.15). В открытом состоянии клапана В40.02 (верхнее положение ручки) происходит выход воздуха из ТМ в атмосферу под кабиной машиниста в головном и хвостовом вагонах, ручку следует перевести вниз (рис. 10.16).



Рис. 10.14. Расположение крана быстродействующего клапана SIFA B40.02



Рис. 10.15. Внешний вид крана быстродействующего клапана SIFA B40.02



Рис. 10.16. Нижнее положение ручки крана быстродействующего клапана SIFA B40.02

8. Для обеспечения возможности следования в однамагистральном режиме (когда с локомотивом соединена только ТМ) с питанием НМ от ТМ необходимо открыть кран холодной перегонки В12 в подвагонном контейнере вагона D (+500) (рис. 10.17).



Рис. 10.17. Кран холодной перегонки В12

Для обеспечения возможности следования в однамагистральном режиме без питания НМ и ТМ (НМ повреждена) следует перекрыть разобщительные краны к ЭПК в обеих кабинах машиниста (рис. 10.18).



Рис. 10.18. Разобщительные краны ЭПК

Данные краны находятся в средней части пульта машиниста, внизу. Если ручка крана располагается вдоль трубы, это говорит о том, что кран открыт, и необходимо поставить ручку перпендикулярно трубе.

После прицепки локомотива следует соединить магистрали и в первую очередь открыть краны к НМ, а затем зарядить ТМ. По истечении примерно 5 мин (для зарядки камеры А воздухораспределителя) нужно проверить тормоза на поезде. Машинист вспомогательного локомотива осуществляет разрядку тормозной магистрали на 0,5—0,7 атм. Локомотивная бригада электропоезда «Ласточка» по манометрам в голове и хвосте, а также по блинкерам (рис. 10.19) контролирует срабатывание пневматического тормоза на вагонах, после чего машинист электропоезда дает команду машинисту вспомогательного локомотива на отпуск. Машинист вспомогательного локомотива производит отпуск, который необходимо осуществлять только посредством второго положения крана машиниста (усл. № 394, 395) для предотвращения перезарядки ТМ и прихватаывания тормозов. Затем следует убедиться по манометрам и блинкерам в отпуске тормозов и убрать тормозные башмаки, если они были уложены.



Рис. 10.19. Блинкеры состояния тормозов

После проведения сокращенного опробования тормозов машинист электропоезда «Ласточка» делает запись в журнале формы ТУ-152 вспомогательного локомотива следующего содержания:

- дата, время, место проверки тормозов (станция, перегон);
- сокращенное опробование тормозов проведено;
- вес поезда (вместе с локомотивом), нажатие в поезде на 100 т.с.;
- хвостовой вагон №..., вид торможения (ПТ);
- давление в тормозной магистрали отрегулировано на ...;
- давление в напорной магистрали отрегулировано на

Данная запись заверяется подписями машинистов вспомогательного локомотива и машиниста электропоезда «Ласточка».

В случае оказания помощи сдвоенному поезду разрешается буксировка на одном адаптере двух пятивагонных составов.

При следовании со вспомогательным локомотивом и обесточенными вспомогательными цепями необходимо руководствоваться инструкцией «О порядке пересылки электропоездов производства компании «Сименс» по путям ОАО «РЖД» № 441р от 02.03.2012 г. Машинист электропоезда «Ласточка» должен присутствовать в головной кабине вспомогательного локомотива, при этом его помощнику следует находиться в электропоезде «Ласточка» и контролировать его состояние в движении.

В случае когда «Ласточка» отправляется с локомотивной тягой с начальной станции или станции, имеющей ПТО вагонов, опробование тормозов в составе поезда произво-

дится бригадой осмотрщиков ПТО совместно с локомотивной бригадой, которая должна предоставить работникам ПТО данные для заполнения справки формы ВУ-45. Разрешается отправление электропоезда «Ласточка» с начальной станции и без справки формы ВУ-45. В таком случае все данные из справки должны быть отражены в журнале формы ТУ-152 вспомогательного локомотива.

Данные для расчета тормозного нажатия:

- вес пятивагонного электропоезда «Ласточка»: порожнего — 268 т, с пассажирами — 311,7 т;
- суммарное нажатие не менее 100 тс на 100 т веса поезда при пневматическом экстренном торможении;
- расчетное тормозное нажатие на одну ось — 19 тс;
- при переводе пневматической сети поезда в транспортировочное положение тормозной коэффициент принимается равным 0,33.

После проверки тормозов нужно проверить состав на свободу вращения колесных пар, для чего следует проташить его мимо помощника машиниста. В пути следования необходимо после проверки тормозов на эффективность пройти по составу и прослушать его на предмет прихватаывания тормозов.

Следование со вспомогательным локомотивом при включенной аккумуляторной батарее

Данный режим применяется в случае наличия воздуха в электропоезде «Ласточка» и перемещении его на короткие расстояния. В частности, таким образом можно произвести мойку состава.

Машинист электропоезда «Ласточка» после присоединения локомотива магистрали не соединяет. Он активирует кабину управления, заряжает ТМ, отпускает стояночный пружинный тормоз, в шкафу за кабиной машиниста отключает автомат JD-F03 «БЛОК», чтобы исключить срабатывание «КОН» по скатыванию (автоматическое срабатывание тормозов в случае самопроизвольного движения, т.е. без перемещения ручки контроллера в тяговое положение). На третичной панели следует включить «Аварийное движение» для отпуска удерживающих тормозов поезда на стоянке. После этого поезд готов к перемещению.

В данных условиях передвижения необходима устойчивая связь с машинистом вспомогательного локомотива, скорость передвижения должна составлять не более 5 км/ч, хотя машинист электропоезда «Ласточка» может управлять тормозами посредством пневматического крана, выполняя при необходимости регулировочные торможения.

Действия локомотивной бригады в случае неисправности электрической части сцепных устройств «Ласточки»

В случае невозможности объединения электрической части электропоездов по причине отказа электрических разъемов сцепных устройств (выявленного в процессе сцепки) в целях обеспечения следования в sdвоенном режиме необходимо действовать в следующем порядке:

1. Произвести расцепление поездов путем нажатия кнопочного выключателя SB-S01 «Расцепление» на активированном пульте кабины управления в одной из смежных кабин в месте сцепления электропоездов (рис. 10.20). В исключительных случаях процедуру расцепления можно осуществить посредством оттяжки рукоятки аварийного устройства на головной части сцепного устройства одного из электропоездов (рис. 10.21).

2. На автосцепках обоих поездов перевести пневматический кран управления подвижной электрической частью сцепного устройства в положение «Закрыто», чтобы исключить выдвигание электрической сцепки при повторном соединении.

а



SB-S01 «Расцепление»

б



Рис. 10.20. Расположение (а) и внешний вид (б) кнопочного выключателя SB-S01

Рис. 10.21. Аварийное устройство расцепления:
1 — пневматический кран; 2 — аварийный трос

3. В смежных кабинах управления (обоих поездов) в шкафу +215.А или +215.В (служебный тамбур со стороны машиниста) с автоматическими выключателями выключить автоматы SB-F01 «Управление сцепкой». Произвести повторное сцепление.

4. В смежной кабине в шкафу +215.А или +215.В (служебный тамбур со стороны машиниста) ведомого электропоезда выключить АЗВ JD-F03 «БЛОК» и перевести шунтирующий переключатель JD-S21 «БЛОК» в положение «Выкл.» (находится на третичной панели в кабине машиниста).

5. В смежной кабине ведомого электропоезда (в средней части пульта в районе разобшительных кранов ЭПК-150) отсоединить электрический разъем RA-Q05-02/X1 от ЭМВ 02 модуля В70 для блокирования давления управления АВ к релейному клапану RH.

6. Активировав головную кабину управления ведущего электропоезда, проконтролировать зарядку тормозной магистрали ведомого электропоезда и произвести сокращенное опробование тормозов путем перевода крана В32 в положение «ПСТ» с контролем срабатывания тормозов на ведомом электропоезде по манометру хвостовой кабины.

7. Перед началом движения машинисту ведомого электропоезда следует перевести переключатель направления движения в положение «Вперед» и ожидать команды по радиосвязи от машиниста ведущего электропоезда для синхронного приведения в движение обоих электропоездов.

Управление тормозами сдвоенного поезда необходимо производить из ведущего электропоезда исключительно посредством пневматического крана В32.

Управление тягой ведомого электропоезда должно осуществляться по команде машиниста ведущего электропоезда, согласующего действия с машинистом ведомого электропоезда по радиосвязи.

Скорость следования сдвоенного электропоезда в данном режиме не ограничивается.

10.9.2. Действия локомотивной бригады в случае нарушения работы главных компрессоров и их элементов

В случае падения давления в питательной магистрали поезда в пути следования ниже 0,85 МПа и выявления нарушения штатного алгоритма управления главных компрессоров на вагоне D (+500) следует действовать следующим образом:

- при падении давления в ПМ ниже 0,65 МПа незамедлительно остановить поезд служебным торможением и произвести его закрепление от самопроизвольного ухода;
- при величине давления менее 0,85 МПа, но более 0,65 МПа посредством входа в подмену ИЧМ «Состояние тормозов» осуществить принудительное включение главных компрессоров в ручном режиме;
- при переходе на ручное управление главными компрессорами постоянно контролировать величину давления в ПМ (оно должно быть не выше 1,0 и не ниже 0,85 МПа) посредством клавиш на ИЧМ. Не рекомендуется допускать повышение давления в ПМ до значения более 1,1 МПа;
- в случае разрядки ПМ, выявления интенсивной утечки воздуха по причине срабатывания предохранительных клапанов главных компрессоров на остановке отключить неисправный модуль посредством перекрытия разобщительного крана А 16/1 или А 16/2 в подвагонном контейнере вагона D (+500).

10.9.3. Действия при неисправности высоковольтного оборудования и ошибок в программном обеспечении

Штатная конфигурация подъема токоприемников при питании от контактной сети 25 кВ переменного тока в режиме одиночной тяги — передний или задний токоприемники по ходу движения. В сдвоенном режиме — второй и четвертый либо первый и третий по ходу движения. Все остальные конфигурации подъема токоприемников на сдвоенном поезде запрещаются.

При возникновении ошибок 21346 или 21446, определенных системой диагностики, необходимо произвести следующие действия:

- 1) опустить токоприемники;
- 2) заблокировать токоприемник, ГВ, БУП1 и БУП2 на вагоне, с которого пришло сообщение (по третьей цифре в коде ошибки определяется вагон, например, если 21346, то вагон № 3);
- 3) поднять токоприемник на исправном вагоне, восстановить ГВ и продолжить движение с 50 % тяги.

При следовании в сдвоенном режиме необходимо выполнить смену конфигурации токоприемников.

Большинство ошибок в работе ГВ на переменном токе возникают из-за сбоя в работе БУП. В этом случае следует действовать в таком порядке:

- 1) остановиться в удобном месте (желательно на станции);
- 2) выключить БВ/ГВ;
- 3) выполнить алгоритм перезагрузки ПО поезда тремя кнопками (одновременно нажать на пульте кнопки «Отключить БВ/ГВ», «Блокировка движения», «Расцепление на 5 секунд»);
- 4) поднять токоприемники и включить БВ/ГВ.

Если действия не дали положительного результата, то нужно заблокировать БУП1, БУП2 на вагоне с неисправным оборудованием (см. диагностические сообщения), заблокировать разъединитель (АС или ДС в зависимости от рода тока), заблокировать ГВ/БВ на том же вагоне, где заблокированы БУП1 или БУП2, произвести активацию поезда.

Если действия опять не дали результата, то заблокировать незаблокированную секцию, а заблокированную разблокировать, поднять токоприемники, активировать поезд.

10.9.4. Ограничения при эксплуатации поезда

При обслуживании поезда могут возникать различные неисправности, которые вызывают автоматические ограничения скорости. Кроме того, ограничения могут быть предусмотрены заводом-изготовителем (возможно изменение или дополнение ограничений при вводе нового программного обеспечения поезда).

Ниже приведены ситуации, в которых появляются соответствующие ограничения:

- движение «Аварийный ход» — автоматическое ограничение скорости до 100 км/ч (пока скорость не упадет до значения менее 98 км/ч, тяги не будет);

- движение с отключенными пневморессорами (не имеет значения, сколько пневморессор отключено) — ограничение скорости, установленное заводом-изготовителем, до 120 км/ч (отключение производится краном В50.07 в тормозном контейнере и открытием крана для выхода воздуха из системы на каждой тележке);

- буксировка электропоезда локомотивом с включенными или обесточенными вспомогательными цепями — ограничение скорости до 100 км/ч;

- кроме того, системой управления поездом предусмотрено наложение скоростных ограничений при нагреве и перегреве буксового узла. Если на левом мониторе после нажатия кнопки «Буксы» отображается крестик на зеленом фоне, температура нагрева буксового узла составляет менее 100 °С (это считается рабочей температурой); если крестик на оранжевом фоне — нагрев свыше 100 °С, сохраняется установленная скорость движения до конечной станции (данное сообщение является предупреждающим и говорит нам о возможном начале нагрева буксы); если крестик на желтом фоне — нагрев свыше 120 °С, также сохраняется установленная скорость движения до конечной станции, но поезд необходимо направить на внеочередное техническое обслуживание); если крестик на красном фоне — перегрев свыше 140 °С или разница в температуре более 65 °С по отношению к соседним буксам, скорость движения ограничивается до 40 км/ч до ближайшей станции.

В случае если при ручном измерении температуры с помощью инфракрасного термометра выявлено ложное срабатывание датчика нагрева букс или его неисправность (механическое повреждение), необходимо заблокировать его на интерфейсе. Скорость движения с заблокированным датчиком ограничивается до 140 км/ч.

10.9.5. Эксплуатация поезда в зимних условиях

Запрещается эксплуатация электропоезда «Ласточка» при температурах ниже –40 °С. При температуре окружающего воздуха ниже –25 °С поезд должен стоять в цеху, будучи подключенным к источнику внешнего питания или к контактной сети.

При эксплуатации поездов «Ласточка» в зимнее время необходимо присутствие отопителя, контролирующего заведенное состояние поезда во избежание разряда его аккумуляторной батареи и в целях поддержания в салонах заданной температуры. При выключении поезда в зимний период есть вероятность промерзания баков с водой, а также замерзания мониторов в кабине машиниста, что не позволяет завести поезд.

В пути следования необходимо наблюдать за состоянием контактной сети. В случае ее обледенения или сильного искрения следует немедленно докладывать службе ЭЧ и ДСП (ДНЦ). По возможности нужно ограничить потребляемый ток (при постоянном

токе), при принятии на пути, где контактный провод один (на малодеятельных участках), необходимо подъезжать как можно ближе к сигналу светофора либо по возможности потянуться, пока не откроется сигнал. Данная процедура необходима для возможного трогания с места (в случае остановки), так как ПСНы поезда очень чувствительны и любая просадка напряжения менее 2,5 кВ приводит к их отключению. Если поезд все-таки остановлен и его невозможно стронуть с места из-за отключения ПСНов, в момент трогания следует:

- 1) отключить БВ/ГВ;
- 2) принудительно отключить крышевой разъединитель (для предотвращения возможности питания одной секции от другой;
- 3) заблокировать БВ/ГВ на первой по ходу секции;
- 4) поднять оба токоприемника и завести заднюю секцию.

Первый по ходу токоприемник играет роль скребка. Не давая больших тяговых усилий (примерно 5—10 %), нужно постепенно разгонять поезд. При выходе из обледенения следует собрать штатную силовую схему.

Если данный способ не помогает тронуться с места, особенно после отстоя, то по возможности через ДСП нужно запросить локомотив, чтобы потаскать поезд в пределах пути для очистки контактного провода либо чтобы вытащить состав на пути, где лед уже сбит.

При торможении обязательно применять пропорциональный режим с целью исключить большие нагрузки на лыжи токоприемников. При сильном снеге при длительных стоянках рекомендуется по прибытии включить аварийное движение и около 5 мин постоять на стояночных тормозах. Затем выключить аварийное движение и выключить стояночные тормоза. Необходимо также по возможности попеременно тормозить состав и проверить ход поезда посредством трогания с места на пару метров. Данные процедуры необходимы, чтобы исключить примерзание тормозных колодок к дискам. Если они все-таки примерзли, необходимо несколько раз произвести полное служебное торможение, затем дать максимально возможное тяговое усилие для срыва с места. Если сорвать с места не удалось, следует реверс поставить назад и снова дать максимально возможное усилие тяги. Если результат не достигнут, то для срыва с места необходимо запросить локомотив.

10.9.6. Использование в аварийных и нештатных ситуациях системы видеонаблюдения

Монитор внешнего и внутреннего видеонаблюдения за состоянием электропоезда «Ласточка» активируется локомотивной бригадой путем нажатия пальцем на экран, затем на экране необходимо нажать значок в виде галочки.

При ведении поезда локомотивная бригада должна активировать камеры внешнего наблюдения в следующих ситуациях:

- при прохождении поездом кривых участков пути;
- при прохождении хвостовой части встречного поезда;
- при проследовании переездов, мест производства путевых работ;
- при проследовании негабаритных мест;
- при посадке и высадке пассажиров.

Камеры внутреннего видеонаблюдения включаются в следующих случаях:

- при активации кнопки «Стоп-кран» в соответствующем вагоне;
- при получении информации о нарушении правопорядка в электропоезде;
- при получении информации о пожаре или задымлении в электропоезде;
- при задержке отправления поезда или отсутствии контроля закрытия дверей в определенном вагоне.

При вызове пассажирами в вагон локомотивной бригады, внутренние камеры в данном вагоне включаются автоматически. Также автоматически включаются камеры при нажатии кнопки «SOS» в туалете.

10.9.7. Действия в случае необходимости дренажирования туалетов

В случае необходимости транспортирования электропоезда «Ласточка» зимой с полными баками воды на длительные расстояния следует слить воду из баков и труб. Воду разрешается не сливать при температуре до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и транспортировании в течение не более 10 часов, так как баки утеплены. При более низких температурах необходимо проделать следующие операции.

При наличии давления в ПМ более 6 атм:

— открыть шкаф с зеркалом, находящийся в туалетной комнате (рис. 10.22);



Рис. 10.22. Панель управления санузелом

— на основной плате управления туалетом произвести включение тумблера дренажа, при этом активируется функция опустошения бака для свежей воды с кодом «87» на информационном дисплее. В результате опустошения бака с чистой водой на информационном дисплее высвечивается код «11», что говорит о пустом баке и о том, что система переходит в режим продувки (рис. 10.23). По окончании полного цикла продувки водоснабжения код «87» начинает мигать, что означает завершение полного цикла дренажирования;



Рис. 10.23. Информационный дисплей водоснабжения

— перевести тумблер дренажирования в положение «0».

Все действия по дренажированию следует производить при включенных ПСН и давлении в ПМ не ниже 6 атм.

В случае отсутствия воздуха дренажирование осуществляется посредством открытия сливного крана, имеющего три положения, путем перевода рукоятки по часовой стрелке до упора. Кран расположен в туалетной комнате за дверцей, находящейся над унитазом (рис. 10.24). В данном случае произойдет слив воды только из баков, а в трубах

системы вода останется, поэтому при малейшей возможности завести состав необходимо прокачать систему вышеуказанным способом.



Рис. 10.24. Сливной кран

10.9.8. Заземление при необходимости проведения работ на крыше

В случае необходимости проведения работ на крыше электропоезда, следует провести процедуру заземления в следующем порядке:

- 1) осуществить отключение аппаратов защиты с опусканием токоприемников, визуально убедиться в их опускании;
- 2) открыть внутреннее потолочное пространство в вагоне С (+300) в районе первого тамбура (рис. 10.25);

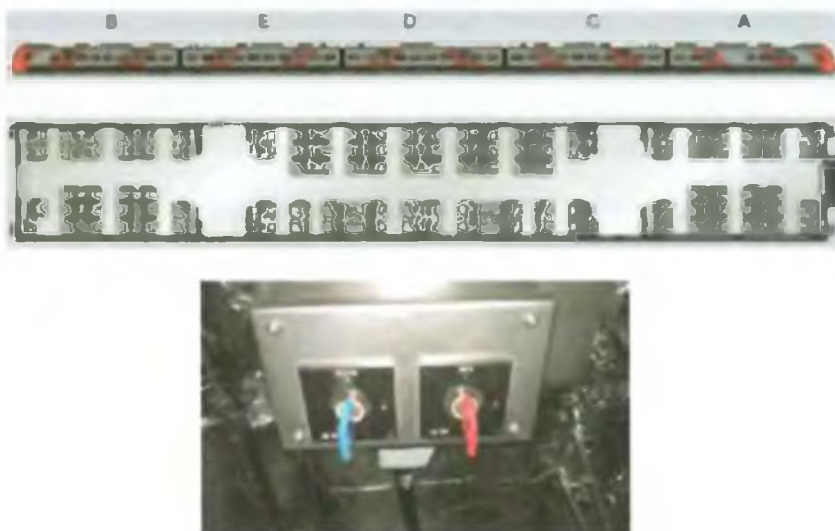


Рис. 10.25. Вид потолочного пространства

- 3) перевести ключ замкового выключателя синего цвета 3/25 кВ в положение «0», после чего осуществить изъятие ключа и его установку в свободное гнездо заземлителя постоянного тока, расположенного в том же потолочном пространстве;
- 4) перевести рукоятку заземлителя в положение «Заземлено» и изъять ключ желтого цвета;
- 5) установить ключ желтого цвета в свободное гнездо заземлителя переменного тока, находящегося в потолочном пространстве вагона С (+300) в торце слева, перевести заземлитель в положение «Заземлено», после чего изъять ключ зеленого цвета;

6) установить ключ зеленого цвета в свободное гнездо заземлителя постоянного тока, расположенного в потолочном пространстве вагона Е (+400) в районе двери 1П. Перевести заземлитель в положение «Заземлено» и изъять ключ черного цвета.

7) установить ключ черного цвета в свободное гнездо заземлителя переменного тока, находящегося в потолочном пространстве вагона Е (+400) в торце слева, перевести заземлитель в положение «Заземлено», затем изъять ключ белого цвета (рис. 10.26).

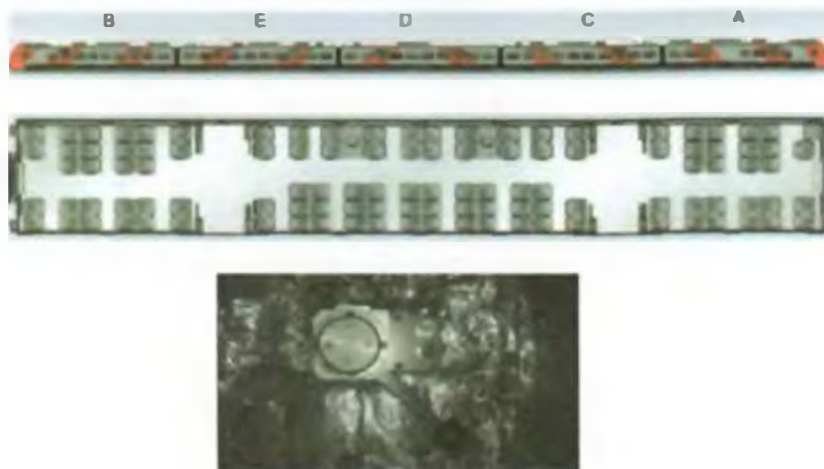


Рис. 10.26. Заземлитель

Отключение заземления производится в обратной последовательности.

С белым ключом необходимо направиться под вагон Д (+500), где следует открыть ящик с ключами (см. рис. 10.1), вставить белый ключ в замковое гнездо и взять нужные ключи как для ящиков с 380 В, так и для силовых ящиков. Концепция ключей позволяет избежать ошибочного поднятия токоприемников при отсутствии какого-либо ключа.

10.9.9. Действия локомотивной бригады при постановке электропоезда на отстой, прибытии на конечную станцию

При постановке электропоезда на отстой, прибытии на конечную станцию необходимо действовать следующим образом:

1) осмотреть вагоны на предмет наличия посторонних лиц и подозрительных посторонних предметов. Категорически запрещается оставлять в составе, поставленном на отстой, посторонних лиц;

2) механически заблокировать все автоматические двери;

3) при обнаружении подозрительных посторонних предметов, не прикасаясь к ним, немедленно доложить ДСП;

4) при обнаружении забытых вещей вызвать наряд полиции. В случае если локомотивной бригадой будет установлено явное отсутствие в них угрозы для жизни, составить акт произвольной формы и передать сотрудникам полиции.

10.9.10. Действия локомотивной бригады при совершении террористического акта

При получении сообщения о совершаемом террористическом акте машинист немедленно должен привести в действие тревожную кнопку системы «Купол», сразу же поставить в известность ДСП ближайшей станции, поездного диспетчера для вызова бригады скорой помощи и сотрудников полиции. Если электропоезд не имеет значительных повреждений и способен самостоятельно продолжать движение, машинист, руководствуясь

указаниями ДНЦ участка, должен доставить пострадавших до ближайшей крупной станции, где имеется возможность оперативного подъезда машин скорой помощи.

В случае проникновения террористов в кабину управления и угрожающих действий с их стороны любым способом необходимо попытаться сообщить о случившемся ДСП ближайшей станции или поезвному диспетчеру, немедленно привести в действие тревожную кнопку системы «Купол». Машинист должен постараться убедить террористов не вмешиваться в управление поездом. Ему следует руководствоваться указаниями ДНЦ и, сохраняя спокойствие, выполнять требования террористов, не угрожающие безопасному вождению поезда.

Оглавление

Введение	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	6
2.1. Кузов вагона	6
2.2. Тележка	28
2.3. Колесные пары	37
2.4. Буксовый узел	43
2.5. Автоматическая сцепка	46
2.6. Межвагонные сцепки	52
2.7. Вспомогательные сцепки	55
3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ТРАНСФОРМАТОРЫ	61
3.1. Главный трансформатор	61
3.2. Дроссель сетевого фильтра	63
3.3. Тяговый электродвигатель	64
3.4. Насос охлаждающей жидкости первого контура охлаждения главного трансформатора	66
3.5. Электродвигатели блока охлаждения главного трансформатора и преобразователя собственных нужд	66
3.6. Электродвигатели блока охлаждения тягового преобразователя	70
3.7. Электродвигатель главного компрессора	72
3.8. Электродвигатель вспомогательного компрессора	72
3.9. Электродвигатель приточного вентилятора климатической установки	72
3.10. Электродвигатель вытяжного вентилятора климатической установки	72
4. СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ	74
4.1. Крышное высоковольтное оборудование	74
4.2. Токоприемник (SA)	76
4.3. Переключатель рода тока (SU)	81
4.4. Заземлитель постоянного тока (DC-ES)	81
4.5. Разъединитель крышной проводки переменного тока (DLTR)	83
4.6. Определитель системы напряжения (SE)	83
4.7. Разрядники постоянного (DC-USpA) и переменного (AC-USpA) тока	84
4.8. Датчики тока	85
4.9. Тормозной резистор (RB)	86
4.10. Дроссель сетевого фильтра (LF)	87
4.11. Быстродействующий выключатель (DC-НС)	88
4.12. Главный выключатель (AC-НС)	94
5. СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ	99
5.1. Силовая схема электропоезда	99
6. БОРТОВАЯ СЕТЬ СОБСТВЕННЫХ НУЖД	120
6.1. Питание сети собственных нужд	120
6.2. Конфигурации бортовой сети собственных нужд	122
6.3. Распределение системы постоянного тока	124
6.4. Баланс мощности переменного тока	127
6.5. Баланс мощности постоянного тока	127

6.6. Питание бортовой сети от внешних источников	128
6.7. Основные компоненты бортовой сети собственных нужд	129
7. КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	136
7.1. Общая концепция	136
7.2. Центральные блоки управления (ЦБУ)	140
7.3. Шлюз	141
7.4. Система децентрализованного ввода/вывода данных	141
7.5. Интерфейсы машиниста электропоезда «человек—машина»	141
7.6. Наблюдение за наружными дверями вагонов и управление ими	142
7.7. Управление микроклиматом	143
7.8. Блок управления приводом (БУП)	143
7.9. Блок управления торможением (БУТ)	143
7.10. Система автоведения и автоматического управления движением и торможением	144
8. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА	146
8.1. Система пневмоснабжения	146
8.2. Тормозное оборудование вагона	149
8.3. Виды тормозов	150
8.4. Функции тормозов	156
8.5. Парковочный тормоз	158
8.6. Режим буксировки и режим чистки	159
8.7. Отключение тормозного усилия с помощью тормозной магистрали	160
8.8. Пассажирский стоп-кран	160
8.9. Защита от юза	160
8.10. Диагностика	161
8.11. Управление и индикация	161
8.12. Блок управления тормозами	162
8.13. Оборудование тележек	163
8.14. Обеспечение сжатым воздухом	163
8.15. Контроллер движения/торможения	165
8.16. Модуль воздухораспределителя (В54)	165
8.17. Вспомогательная установка снабжения сжатым воздухом	179
8.18. Пневматический кран машиниста В32 (тормозной контроллер FBS1-9-SB2-DA)	183
9. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА «ЛАСТОЧКА»	187
9.1. Поездная радиосвязь и система безопасности	187
9.2. Системы противопожарной безопасности	189
9.3. Система поддержания микроклимата	192
9.4. Системы санитарного оборудования	199
10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОЕЗДА	204
10.1. Запуск электропоезда	204
10.2. Торможение	207
10.3. Управление пассажирскими наружными дверями	211
10.4. Климатическая установка	213
10.5. Третичная панель шунтирующих переключателей	214
10.6. Система пожарной сигнализации	214
10.7. Система информирования пассажиров	217
10.8. Порядок сцепки и расцепки двух поездов. Эксплуатация сдвоенного поезда	218
10.9. Аварийные и нестандартные ситуации	221

Слизов Александр Юрьевич
Брагин Александр Геннадьевич
Иващенко Валерий Олегович
Ширяев Алексей Валерьевич
Матвеев Михаил Васильевич

СКОРОСТНОЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗД ЭС1 «ЛАСТОЧКА»

Под редакцией А.В. Ширяева

Учебное пособие

Подписано в печать 27.04.2015 г.
Формат 60×84/8. Печ. л. 30,0. Тираж 1000 экз. Заказ 3745

ООО «Издательский дом «Автограф»
127051, Москва, Малый Сухаревский пер., д. 9, стр. 1

Отпечатано с готовых файлов заказчика
в АО «Первая Образцовая типография»,
филиал «УЛЬЯНОВСКИЙ ДОМ ПЕЧАТИ»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14
