



# Устройство и эксплуатация электровоза ЭП20

Учебное пособие



Д.А. Смаглюков

# УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20

*Рекомендовано*

*ФГАУ «Федеральный институт развития образования»  
к использованию в качестве учебного пособия в учебном процессе  
образовательных учреждений, реализующих программы СПО  
по профессии 23.01.09 «Машинист локомотива».*

*Регистрационный номер рецензии 469  
от 2 декабря 2014 г.*

Москва  
2015

УДК 629.423  
ББК 39.232  
С50

Рекомендовано Департаментом управления персоналом ОАО «РЖД» и Корпоративным центром развития профессионального обучения персонала ОАО «РЖД» в качестве учебного пособия для использования в образовательном процессе при профессиональной подготовке рабочих кадров ОАО «РЖД»

Рецензенты: начальник отдела новой техники технической службы Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД», канд. техн. наук *Ю.В. Газизов*; начальник ТЧЭ-1 — Московской дирекции тяги — структурного подразделения Дирекции тяги — филиала ОАО «РЖД» *И.Н. Бочаров*; начальник Приволжского учебного центра профессиональных квалификаций *А.Ю. Николаев*

**Смаглюков Д.А.**

**С50** Устройство и эксплуатация электровоза ЭП20: учеб. пособие. — М.: ОАО «Российские железные дороги», 2015. — 360 с.

ISBN 978-5-89035-787-8

В краткой форме изложены основные принципы устройства электровоза, рассмотрены конструкция и работа механической части, электрических машин и аппаратов, электронной, преобразовательной аппаратуры, принципы исполнения электрической и пневматической схемы электровоза и основы его эксплуатации.

Предназначено для обучающихся в учебных центрах профессиональных квалификаций железных дорог. Может быть полезно работникам, связанным с эксплуатацией и ремонтом электроподвижного состава.

УДК 629.423  
ББК 39.232

ISBN 978-5-89035-787-8

© ОАО «Российские железные дороги», 2015

---

## Общие сведения об электровозе ЭП20

Двухсистемный пассажирский электровоз ЭП20 является пилотным проектом в рамках создания единой базовой платформы российских электровозов пятого поколения.

Магистральный двухсистемный пассажирский электровоз ЭП20 предназначен для вождения пассажирских и скорых поездов на железных дорогах Российской Федерации колеи 1520 мм, электрифицированных на постоянном токе напряжением 3 кВ и на переменном токе напряжением 25 кВ промышленной частоты 50 Гц.

Оборудование, устанавливаемое вне кузова, имеет вид климатического исполнения У1 по ГОСТ 15150-69.

Оборудование, устанавливаемое в кузове и в кабине, имеет вид климатического исполнения У2 и У3 по ГОСТ 15150-69 соответственно, при этом верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха составляет плюс 50 °С.

Наибольшая эксплуатационная высота над уровнем моря — 1400 м.

Электровоз предназначен для эксплуатации на существующих и подлежащих реконструкции скоростных железнодорожных магистралях с максимальной разрешенной скоростью движения 160 (вплоть до 200) км/ч, а также на обычных железнодорожных линиях с установленными скоростями движения.

Электровоз ЭП20 может обеспечить ведение пассажирского поезда из 24 вагонов со скоростью 160 км/ч и пассажирского поезда из 17 вагонов со скоростью 200 км/ч на прямых участках пути. Для сравнения серийно выпускаемый электровоз серии ЭП1М имеет максимальную скорость 140 км/ч и обеспечивает ведение на этой скорости пассажирского поезда из 19 вагонов.

Электровоз имеет:

- высокую производительность и экономичность;
- уменьшенные затраты на техническое обслуживание и ремонт, низкую стоимость жизненного цикла;
- высокую степень унификации электровозов в целом и их составных частей;



- модульные конструкции основных узлов, оборудования, в том числе унифицированную модульную кабину с климат-контролем;
- комплексную микропроцессорную систему управления, диагностики и безопасности движения, реализующую для пассажирских электровозов функции автоведения поезда с рациональным энергопотреблением;
- асинхронный тяговый привод с унифицированными для грузовых и пассажирских электровозов преобразователями на основе высоковольтных IGBT-модулей большой единичной мощности;
- механический тяговый привод третьего класса;
- унифицированные тележки и устройства связи тележки с кузовом на основе одноповодковых букс, продольных тяг и пружин «флексикойл»;
- современное тормозное оборудование модульного исполнения (винтовые компрессоры с устройствами осушки воздуха, тормозные блоки, противоюзную защиту, электронные краны управления тормозами);
- тяговое электрооборудование повышенной надежности с улучшенными массогабаритными показателями.

Двухсистемный магистральный пассажирский электровоз ЭП20 представляет собой шестиосную секцию с двумя кабинами управления.

Компоновка оборудования в кузове выполнена с центральным проходом. Вдоль всего центрального прохода проложен монтажный желоб, в котором уложены трубы пневмосистемы и кабели силового электрического монтажа.

По обе стороны центрального прохода установлено оборудование. Компоновка оборудования — блочная по функциональному признаку. Все блоки имеют закрытое, шкафное исполнение.

Благодаря равномерному распределению оборудования по всему кузову электровоза достигается равномерное распределение весовых нагрузок по всему электровозу и обеспечивается оптимальное использование коэффициента сцепления.

Модульная кабина электровоза ЭП20 отвечает современным требованиям безопасности, эргономики, комфорта и эстетики.

При разработке кабины управления был применен целый ряд новых технических решений, в том числе система обеспечения параметров микроклимата — климат-контроль. Металлокаркас каби-

ны составляет ее основу, задавая базовые прочностные и габаритные характеристики кабины, и что особенно важно, обеспечивает требуемый уровень безопасности.

Применяется система пассивной безопасности, которая в совокупности с элементами кузова позволяет поглотить при столкновении электровоза с препятствием энергию до 2,5 МДж.

Информация для машиниста в кабине электровоза ЭП20 предоставляется в световом и звуковом видах. Звуковая информация представляется машинисту в виде речевых сообщений и звуковых сигналов посредством речевого информатора.

Расположение органов управления на пульте машиниста подчинено задаче удобства работы машиниста. Пульт содержит два дисплея, контроллер машиниста, выполненный в виде джойстика, рукоятка которого перемещается в двух плоскостях, блоки выключателей, выполненные в виде сенсорных панелей.

Расположение органов управления на пульте выполнено с возможностью управления электровозом «в одно лицо».

Информационное обеспечение представляет машинисту необходимые данные о ходе выполнения системой управления всех основных функций.

Технические данные пассажирского двухсистемного электровоза пятого поколения ЭП20 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение	
	Исполнение ЗТС.085.003-01	Исполнение ЗТС.085.003
1	2	3
Напряжение номинальное на токоприемнике, В: переменный ток частотой 50 Гц постоянный ток	25 000 3000	25 000 3000
Колея, мм	1520	1520
Формула ходовой части	2o-2o-2o	2o-2o-2o
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	220,7±5 (22,5±0,5)	220,7±5 (22,5±0,5)
Масса сцепная электровоза с 0,67 запаса песка, т	135±3	135±3
Разность нагрузок по колесам колесной пары, не более, %	4,0	4,0

Продолжение табл. 1

1	2	3
Номинальный диаметр колеса по кругу катания при новых бандажах, мм	1250	1250
Высота от уровня верха головок рельсов до оси автосцепки, мм	1040—1080	1040—1080
Высота от уровня верха головок рельсов до рабочей поверхности полоза токоприемника, не более, мм: в опущенном положении в рабочем положении	5100 5500—7000	5100 5500—7000
Конструкционная скорость не менее, км/ч	160	200
Максимальная скорость, км/ч	160	200
Мощность в часовом режиме на валах тяговых двигателей, не менее, кВт	7200	7200
Скорость в часовом режиме, км/ч	78	100
Сила тяги в часовом режиме, не менее, кН (тс)	325 (33,1)	250 (25,4)
Мощность в продолжительном режиме на валах тяговых двигателей, не менее, кВт	6600	6600
Скорость в продолжительном режиме, км/ч	78	100
Сила тяги в продолжительном режиме, не менее, кН (тс)	300 (30,6)	230 (23,4)
Сила тяги при трогании, не менее, кН (тс)	450 (45,8)	350 (35,6)
Сила тяги при максимальной расчетной скорости, не менее, кН (тс)	147 (15)	115 (11)
КПД в часовом режиме, не менее: при работе на переменном токе при работе на постоянном токе	0,86 0,875	0,86 0,875
Коэффициент мощности (при работе на переменном токе) при нагрузках, начиная от 0,25 продолжительного режима и выше, не менее	0,95	0,95
Параметры системы централизованного электроснабжения пассажирского поезда: мощность, не менее, кВт номинальное напряжение, В	1200 3000	1200 3000
Электрическое торможение	Рекуперативное, реостатное	

1	2	3
Мощность электрического тормоза на валах тяговых двигателей, не менее, кВт: рекуперативного реостатного: при работе на постоянном токе при работе на переменном токе	6000 4500 3200	6000 4500 3200
Длина электровоза по осям автосцепок, не более, мм	22 550	22 550
Минимальный радиус проходимых кривых при скорости до 10 км/ч, м	125	125

*Примечание.* Сила тяги и скорость электровоза указаны для диаметра ходовых колес от 1250 до 1210 мм, при номинальном напряжении на токоприемнике 25 кВ переменного тока или 3 кВ постоянного тока и включенном на номинальную мощность отоплении поезда.

В Приложениях 1—9 приведены основные тяговые и тормозные (рекуперативные и реостатные) характеристики электровозов ЭП20 различного типа исполнения.

Сравнительная характеристика пассажирского электровоза эксплуатируемого парка ЭП1М и двухсистемного электровоза нового поколения ЭП20 приведена в табличной форме ниже.

Таблица 2

Наименование параметра	Тип электровоза		
	ЭП1М	ЭП20	
Мощность электровоза, кВт	4700	7200	
Напряжение сети, кВ	25	25	
Осевая формула	2о-2о-2о	2о-2о-2о	
Нагрузка на ось, тс	22	22,5	
Сила тяги при трогании, кН	380	450	350
Максимальная скорость, км/ч	140 (19 ваг.)	160 (24 ваг.)	200 (17 ваг.)
Мощность тягового двигателя, кВт	800	1200	
КПД, %	0,855	0,875	
Коэффициент мощности	0,83	0,95	
Преобразователь	ВИП	4QS + АИН на IGBT транзисторах	

# Глава 1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20

## 1.1. Общие сведения

Механическая часть предназначена для направления электрова- за в рельсовой колее и реализации крутящих моментов тяговых дви- гателей в тяговые и тормозные силы, развиваемые электровозом, а также для размещения и защиты электрической аппаратуры и пнев- матического оборудования, обеспечения комфортных и безопасных условий работы локомотивных бригад.

Механическая часть состоит из кузова и трех двухосных бес- шкворневых тележек. Подвеска тяговых двигателей и редукторов на раме тележки — опорно-рамная. Вертикальная и поперечная связь кузова с тележками осуществлена на крайних тележках посредством опор типа «Флексикойл», на средних — посредством опор кузова на средние тележки, конструктивно выполненных в виде упругих, качающихся сжатых стержней. Продольная связь тележек с кузо- вом осуществлена наклонными тягами двустороннего действия, ра- ботающими на растяжение-сжатие. Ударно-тяговые приборы уста- новлены на раме кузова.

Механическая часть рассчитана на эксплуатацию электровоза на пути, имеющем характеристику, представленную в табл. 3.

Таблица 3

Наименование параметра	Значение
Тип рельса	Р65
Балласт	Щебеночный
Количество шпал на 1 км пути, шт	1840
Минимальный радиус кривых, м	125

При этом состояние пути должно быть не ниже оценки «удов- летворительно» по нормам «Технических указаний по расшифров- ке записей путеизмерительных вагонов, оценки отступлений от норм

содержания рельсовой колеи железнодорожного пути, мерам по обеспечению безопасности движения поездов при их обнаружении».

## 1.2. Тележки

Тележки предназначены для реализации тяговых и тормозных усилий, размещения тяговых двигателей, редукторов, тормозного оборудования, направления рамы и кузова электровоза в рельсовой колее, уменьшения воздействия на путь со стороны электровоза и со стороны пути на раму и кузов электровоза.

Техническая характеристика тележек представлена в табл. 4.

Таблица 4

Наименование параметра	Значение
Длина, мм	4800
Ширина, мм	2792
База, мм	2900
Диаметр колеса, мм	1250
Масса крайней тележки, кг	17 100
Масса средней тележки, кг	16 900
Подвеска тягового двигателя и редуктора	Опорно-рамная
Подвешивание буксовой ступени	Независимое на каждую буксу
Тормозная система	Дисковый тормоз с авторегулятором выхода штока и колодочными очищающими круг катания блоками

Основными составными узлами тележек (рис. 1.1, 1.2) являются: система тормозная 1, колесно-моторный блок (КМБ) 2, рессорное подвешивание 3, рама тележки 4, установка колесно-моторного блока 5, установка системы смазки гребней АГС-9 6.

Конструкция тележек обеспечивает возможность монтажа и демонтажа вниз тягового двигателя и колесной пары с редуктором, смену тормозных накладок.

На крайних тележках имеются стойки и накладки для опор кузова типа «Флексикойл». На средних тележках имеются накладки для установки опор кузова средней тележки.

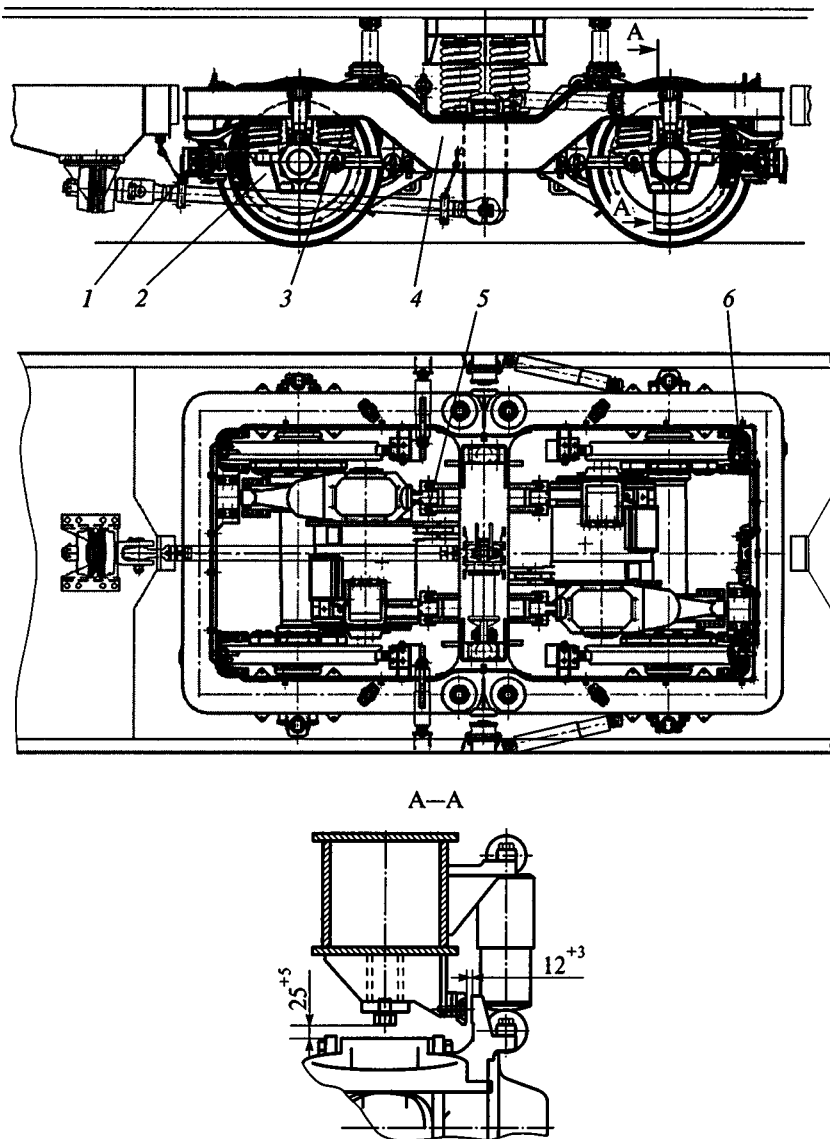


Рис. 1.1. Тележка крайняя:

1 — система тормозная; 2 — колесно-моторный блок; 3 — рессорное подвешивание; 4 — рама тележки; 5 — установка колесно-моторного блока; 6 — установка системы смазки гребней АГС-9



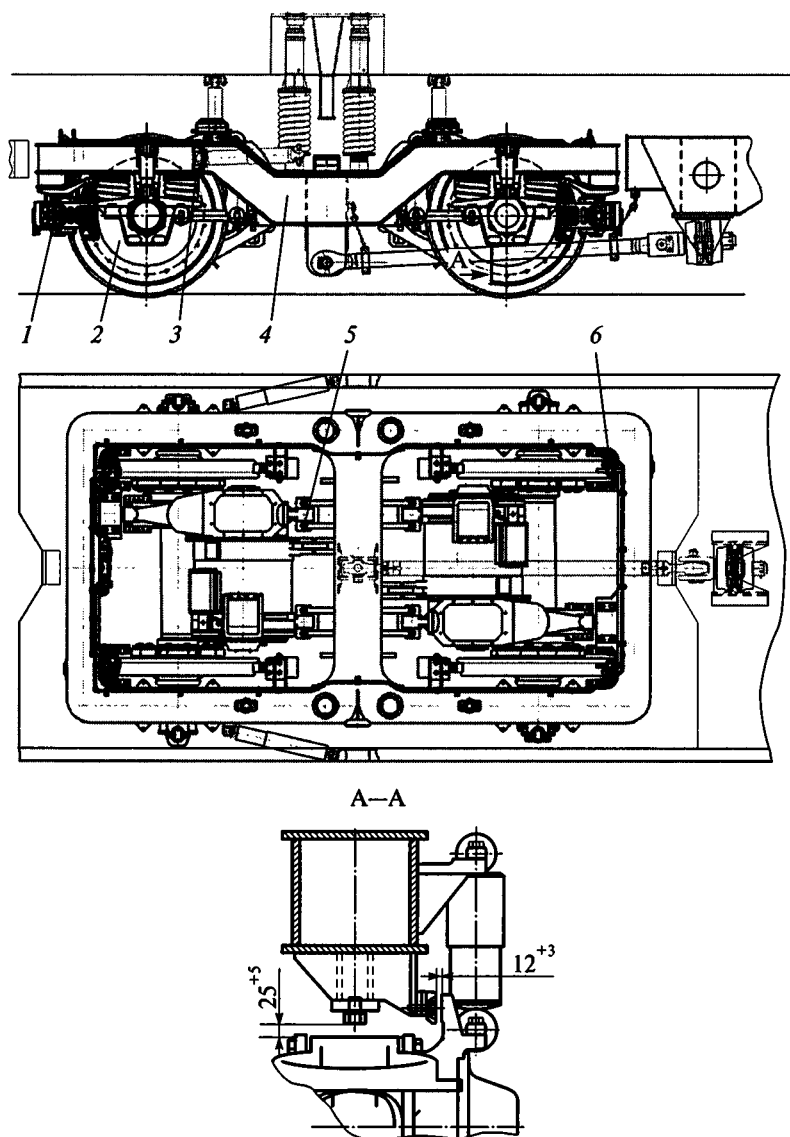


Рис. 1.2. Тележка средняя:

1 — система тормозная; 2 — колесно-моторный блок; 3 — рессорное подвешивание; 4 — рама тележки; 5 — установка колесно-моторного блока; 6 — установка системы смазки гребней АГС-9

### 1.2.1. Рамы тележек

Рама тележки предназначена для передачи и распределения вертикальной нагрузки между отдельными колесными парами (при помощи рессорного подвешивания), восприятия тягового усилия, тормозной силы, боковых горизонтальных и вертикальных сил от колесных пар при прохождении ими неровностей пути и передачи их на раму кузова, восприятия вертикальных и горизонтальных сил от кузова и передачу их на колесные пары. Рама охватывающего типа является связующим, несущим элементом всех узлов тележки.

Техническая характеристика рам тележек приведена в табл. 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Значение
Длина рамы, мм	4700
Ширина рамы, мм	2710
Высота рамы, мм	1120
Масса рамы крайней тележки, кг	3069
Масса рамы средней тележки, кг	2866

Рамы тележек (рис. 1.3, 1.4) представляют собой цельносварную конструкцию прямоугольной формы в плане, сваренную из двух боковин 10, связанных между собой средней балкой 15 и двумя концевыми балками 7. Боковины и балки коробчатого типа, сварены из четырех листов прокатной стали. В нижних листах боковин вварены литые буксовые кронштейны 11.

К нижним листам рам тележек приварены: кронштейны 1 под установку тормозных блоков; кронштейны 16 под установку блоков очистки круга катания ходовых колес; кронштейны 13 для крепления наклонных тяг; кронштейны 9 под установку вертикальных и горизонтальных буксовых упоров; стаканы 2 для установки пружин рессорного подвешивания.

На вертикальных листах боковин 10 приварены кронштейны 6 антивилятельных гидродемпферов и кронштейны 3 буксовых гидродемпферов.

На верхнем листе рам тележек приварены кронштейны под вертикальные гидродемпферы 4 и кронштейн 14 с накладкой под горизонтальный упор.

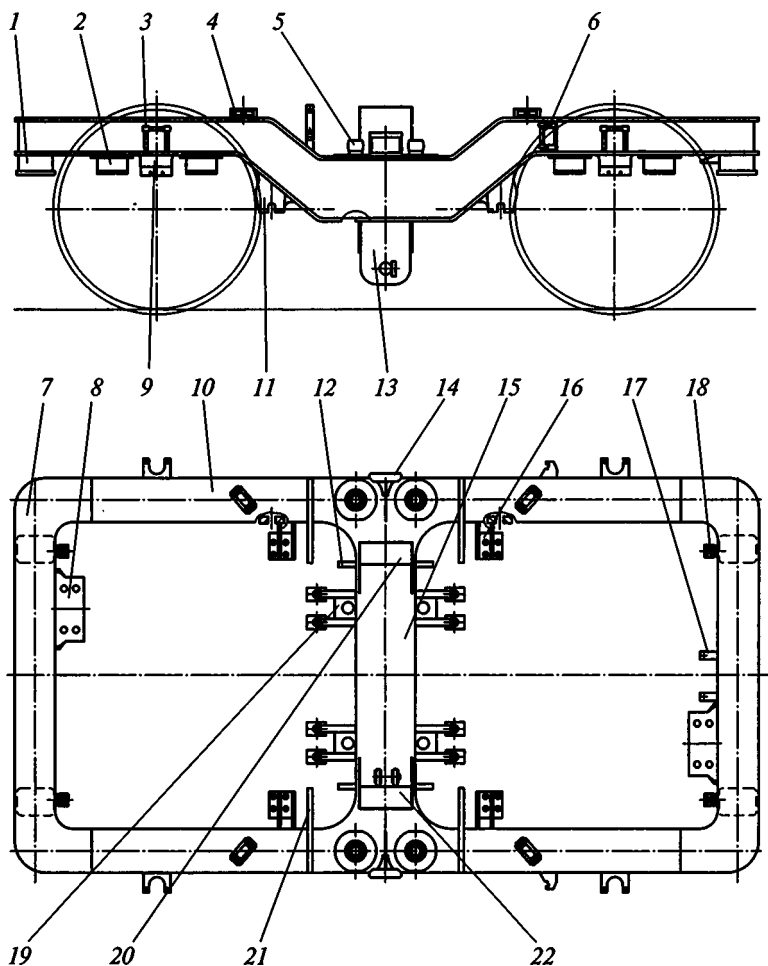


Рис. 1.3. Рама тележки крайняя:

1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 — кронштейны; 2 — стакан;  
5 — стойка; 7 — концевая балка; 10 — боковина; 12 — транспортировочная  
планка; 15 — средняя балка

К вертикальным листам среднего бруса приварены транспортировочные планки 12.

КМБ крепится к раме тележки в трех точках. Два кронштейна 19 крепления КМБ располагаются на вертикальном листе сред-

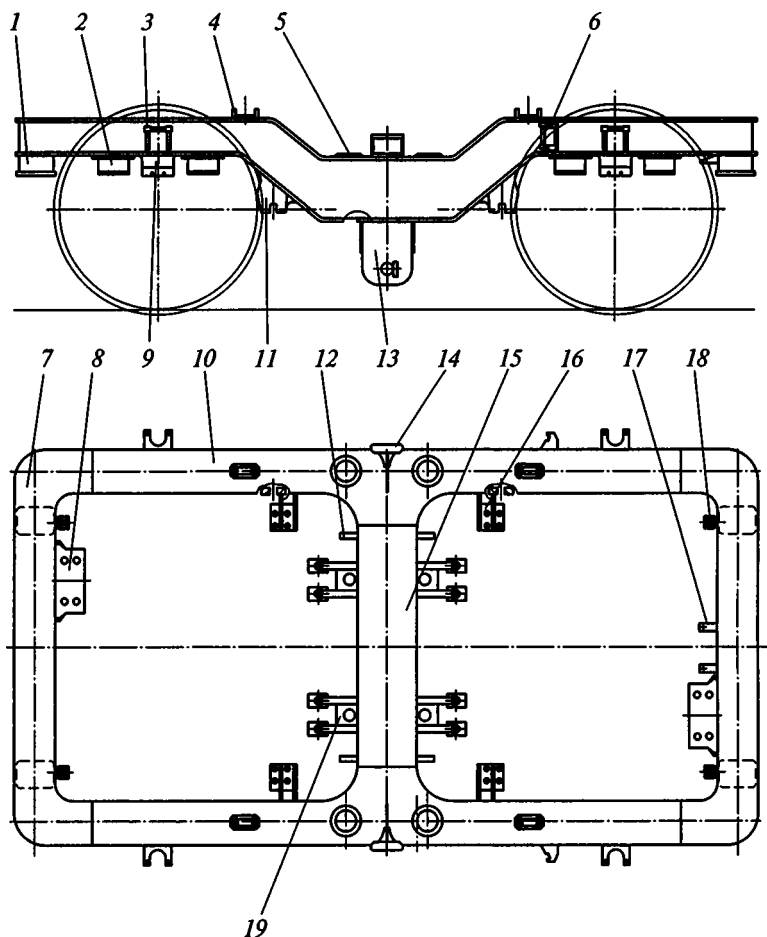


Рис. 1.4. Рама тележки средняя:

1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19 — кронштейны; 2 — стакан; 5 — наклад-  
ка; 7 — концевая балка; 10 — боковина; 12 — транспортировочная планка;  
15 — средняя балка

ней балки 15. Третий кронштейн 8 располагается на концевой балке 7.

На верхних листах крайних тележек (см. рис. 1.3) установлены стойки 5 для опор кузова типа «Флексикойл», а на средней тележке (см. рис. 1.4) приварены накладки 5 для опор средней тележки.

На рамах первой и третьей тележек (см. рис. 1.3) устанавливаются кронштейны вертикального ограничителя 20, противоотного устройства и вертикального ограничителя 22, горизонтального гидравлического демпфера 21.

Кронштейн питателя гребнесмазывателя 17 приваривается к нижнему горизонтальному листу концевой балки 7.

Кронштейны форсунок гребнесмазывателя 18 приварены к вертикальному листу концевой балки 7.

### **1.2.2. Рессорное подвешивание буксовой ступени**

Рессорное подвешивание предназначено для смягчения ударов, передаваемых на надрессорные устройства при прохождении колесными парами электровоза неровностей пути.

Техническая характеристика пружины приведена в табл. 6.

*Таблица 6*

Наименование параметра	Значение
Статическая вертикальная нагрузка на пружину, Н (кгс)	48 070 (4900)
Прогиб пружины под вертикальной статической нагрузкой, мм	46±3
Средний диаметр пружины, мм	234±2
Диаметр прутка пружины, мм	42±0,1
Число рабочих витков, шт.	2,5
Высота пружины в свободном состоянии, мм	240±2
Высота пружины с комплектом шайб (поз. 2) под вертикальной статической нагрузкой, мм	203±2

Рессорное подвешивание (рис. 1.5) состоит из пружин 1, планки 3, тарировочных шайб 2 и регулировочных полуколец 4. Пружины 1 устанавливаются на кронштейны корпуса буксы. На верхнюю часть пружин через втулку на раме тележки и регулировочные полукольца 4 опирается рама тележки.

На одном из торцов пружины купоросом нанесены ее параметры: высота в свободном состоянии и прогиб под статической нагрузкой.

Шайбы 2 обеспечивают заданную высоту (203±1) мм пружины с шайбами 2 при приложении статической нагрузки; регулировочные полукольца 4 применяются для развески электровоза, при этом количество полуколец под каждой пружиной на одной буксе должно

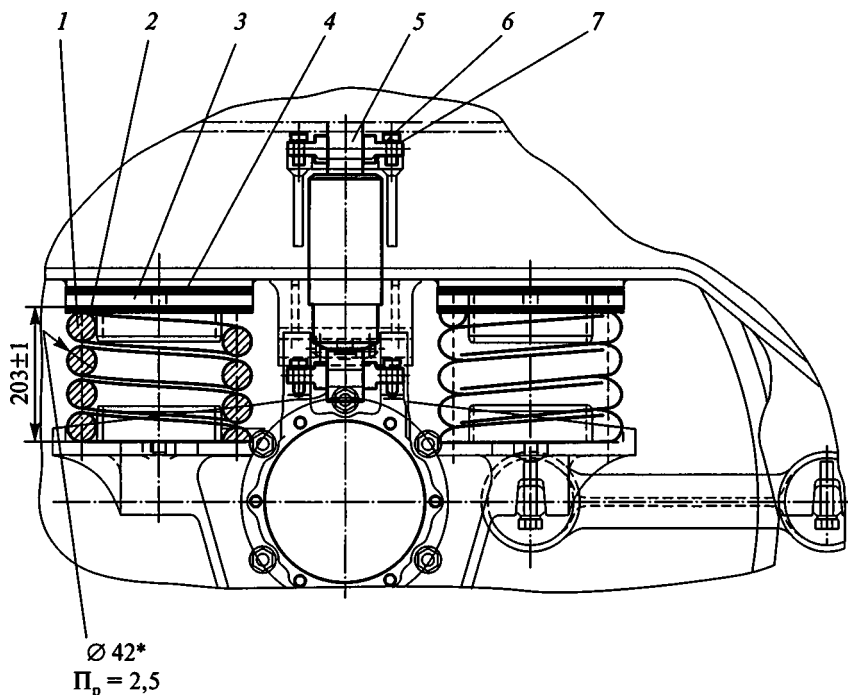


Рис. 1.5. Рессорное подвешивание буксовой ступени:

1 — пружина; 2 — тарировочная шайба; 3 — планка; 4 — регулировочное полукольцо; 5 — гидравлический демпфер; 6 — болт; 7 — пружинная шайба

быть одинаковым и высота пакета полуколец должна быть не более 16 мм (восемь пар полуколец).

Планки 3 служат для сжатия пружин 1 при регулировке.

Гидродемпфер буксовой ступени подвешивания предназначен для демпфирования вертикальных колебаний рамы тележки относительно колесных пар.

Гидравлический демпфер 5 (см. рис. 5) работает параллельно с пружинами рессорного подвешивания. Он установлен вертикально между кронштейнами корпуса буксы и рамы тележки по одному на каждой буксе.

Гидравлический демпфер 5 в нижней и верхней части имеет сайлент-блоки, валики которых крепятся к кронштейнам корпуса буксы и рамы тележки болтами 6 и пружинными шайбами 7.

Описание конструкции и принцип работы гидравлических демпферов изложены в Руководстве по эксплуатации гидравлических демпферов подвижного состава железных дорог. Модельный ряд Т70/28, вертикальный и горизонтальный.

### *1.2.3. Букса колесной пары*

Буксы предназначены для обеспечения вращения оси колесной пары, связи колесной пары с рамой тележки, передачи вертикальной нагрузки от подрессоренной массы электровоза на колесные пары, а также передачи силы тяги, торможения и боковых горизонтальных сил от колесной пары на раму тележки.

Буксы (рис. 1.6) одноповодковые с кассетным подшипником качения. Конструктивно букса состоит из корпуса с приливами для крепления тяги с сайлентблоками и двух тарельчатых приливов для установки на них пружин буксовой ступени рессорного подвешивания. По центру тарельчатых приливов имеются страховочные станы на случай излома пружины.

Для контроля перегрева подшипника на корпусе 7 установлен термодатчик 2.

Передача тяговых и тормозных сил от корпуса буксы на раму тележки производится с помощью тяг 1, которые одним шарниром прикреплены к корпусу буксы двумя болтами 20, а другим шарниром — к кронштейнам рамы тележки. Шарниры тяг выполнены в виде резинометаллических валиков 21 и резинометаллических шайб 22.

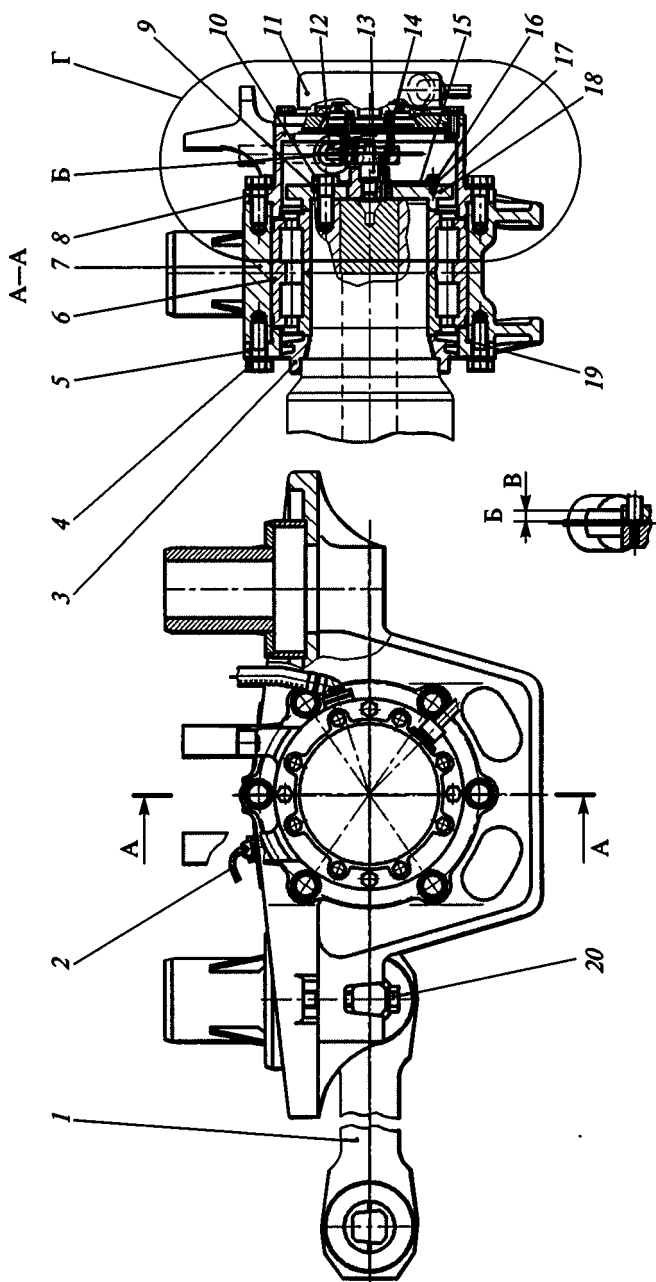
Одна из букс на каждой оси (со стороны тягового редуктора) оборудована датчиком ОДМ-4.

На этих же буксах на 1-й и 6-й колесных парах установлены датчики 11 ДПС-У. Передача вращения от оси колесной пары к датчикам осуществляется специальными пальцами, расположенными на шайбе, прижимающей стробоскопический диск датчика ОДМ-4, входящими в пазы муфты датчика ДПС-У.

На буксах 2-й-5-й колесных пар вместо датчика ДПС-У устанавливается крышка 23 с уплотнением резиновым кольцом 24 круглого сечения.

Каждая букса с противоположной стороны колесной пары оснащена токосъемным устройством 26 типа UZB70-24U1 фирмы Ferraz, Франция. Контактный диск 27 устанавливается на шайбу 25 с помощью промежуточного корпуса 28.





Г

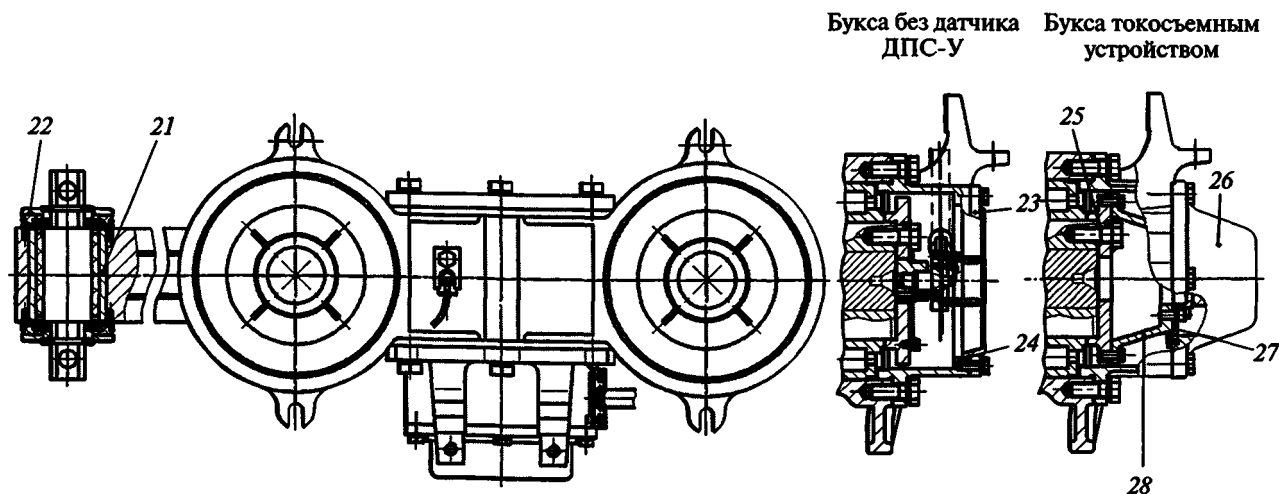


Рис. 1.6. Букса колесной пары:

1 — тяга; 2 — термодатчик; 3 — кольцо; 4, 10, 16, 20 — болты; 5 — крышка задняя; 6 — подшипник; 7 — корпус; 8 — крышка передняя; 9 — шайба стопорная; 11 — датчик ДПС-У; 12, 13, 15 — части датчика ОДМ-4; 14 — винт; 17 — планка стопорная; 18, 25 — шайбы; 19, 24 — кольца уплотнительные; 21 — валик резинометаллический; 22 — шайба резинометаллическая; 23 — крышка; 26 — устройство токосъемное; 27 — диск контактный; 28 — корпус

### 1.2.4. Колесная пара

Колесная пара предназначена нести на себе все весовые нагрузки, преобразовывать вращающий момент электродвигателя в поступательное движение электровоза, направлять движение по рельсовому пути, передавать силу тяги, развиваемую электровозом, и тормозную силу при торможении, воспринимать статические и динамические нагрузки, возникающие между рельсом и колесом.

Техническая характеристика колесной пары представлена в табл. 7.

Таблица 7

Наименование параметра	Значение
Номинальный диаметр колеса по кругу катания, мм	1250
Расстояние между внутренними торцами ободьев колес, мм	1440
Ширина обода колеса, мм	140
Толщина нового обода колеса по кругу катания, мм	77,5

Толщина изношенного обода колеса по кругу катания для электровоза с конструкционной скоростью 160 и 200 км/ч определяется по проточке на ходовом колесе.

Колесная пара (рис. 1.7) состоит из оси, двух колес, редуктора и передаточного механизма.

Ось колесной пары — кованая из специальной осевой стали, пустотелая. Колеса 7 выполнены цельнокатаными в соответствии с ГОСТ 10791—2004 для пассажирских локомотивов. Профиль обода ходового колеса выполнен по ГОСТ 11018—2000 для локомотивов. Монтаж колес осуществляется прессовым способом по ГОСТ 11018—2000 и Инструкции ЦТ-329.

На каждом колесе установлены по два тормозных диска 8.

Между колес расположен редуктор 4 и передаточный механизм. Передаточный механизм служит для соединения редуктора с колесной парой, передачи сил тяги и торможения, компенсации взаимных перемещений редуктора и колесной пары, возникающих при прохождении электровозом вертикальных и горизонтальных неровностей пути.

Подробное описание редуктора и передаточного механизма смотри в «Инструкции по эксплуатации и обслуживанию тягового ре-

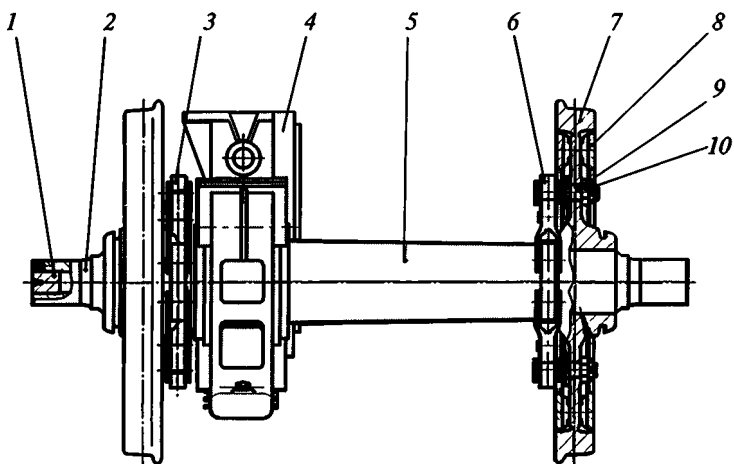


Рис. 1.7. Колесная пара с редуктором и передаточным механизмом:  
 1 — пробка; 2 — ось; 3, 6 — муфты; 4 — редуктор; 5 — полый вал; 7 — колесо;  
 8 — тормозной диск; 9 — палец; 10 — гайка

дуктора» DURUTRAIL ASH-21,5-5,17 с передаточным механизмом, расчетная скорость 160 км/ч» и «Инструкции по эксплуатации и обслуживанию тягового редуктора» DURUTRAIL ASH-21,5-4,05 с передаточным механизмом, расчетная скорость 200 км/ч для исполнений электровоза ЭП20 с конструкционной скоростью 160 и 200 км/ч соответственно. Подробное описание передаточного механизма смотри в «Инструкции по эксплуатации (монтаж и техническое обслуживание) рычажная муфта LK 640-1. KWN 32051». Подробное описание мембранной муфты смотри в «Инструкции по эксплуатации мембранной муфты. KWN 31204».

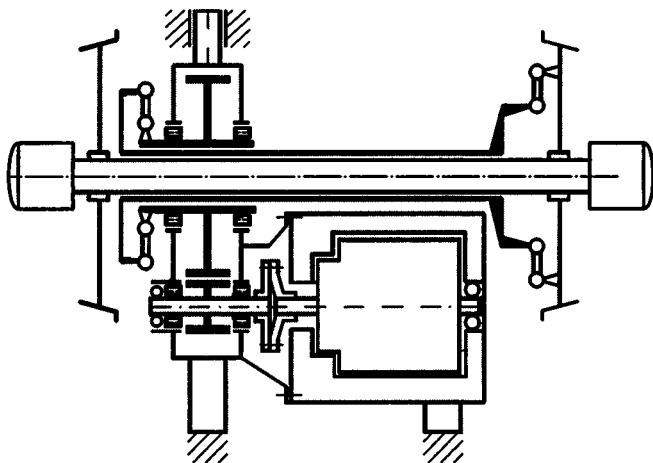
### **1.2.5. Колесно-моторный блок**

Колесно-моторный блок предназначен для преобразования вращательного момента ротора электродвигателя в поступательное движение электровоза (кинематическая схема колесно-моторного блока представлена на рис. 1.8, а).

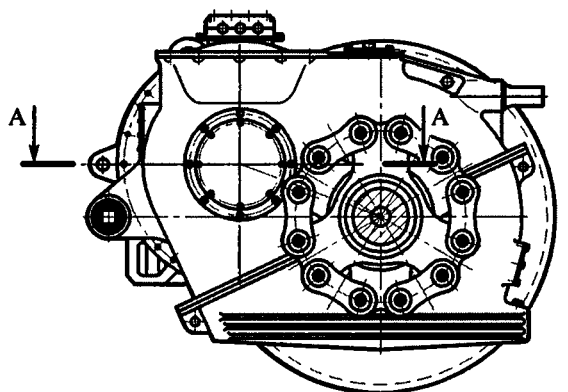
Колесно-моторный блок (рис. 1.8, б) состоит из тягового электродвигателя и колесной пары с редуктором и буксами.

Монтаж колесно-моторного блока на раме тележки показан на рис. 1.9.

*a*



*б*



А—А (увеличено)

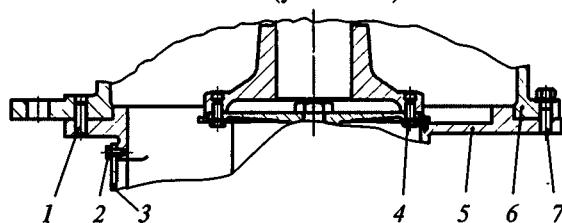


Рис. 1.8. Колесно-моторный блок:

*a* — кинематическая схема; *б* — устройство; 1 — палец; 2, 4, 7 — болты; 3 — крышка; 5 — корпус редуктора; 6 — статор тягового электродвигателя

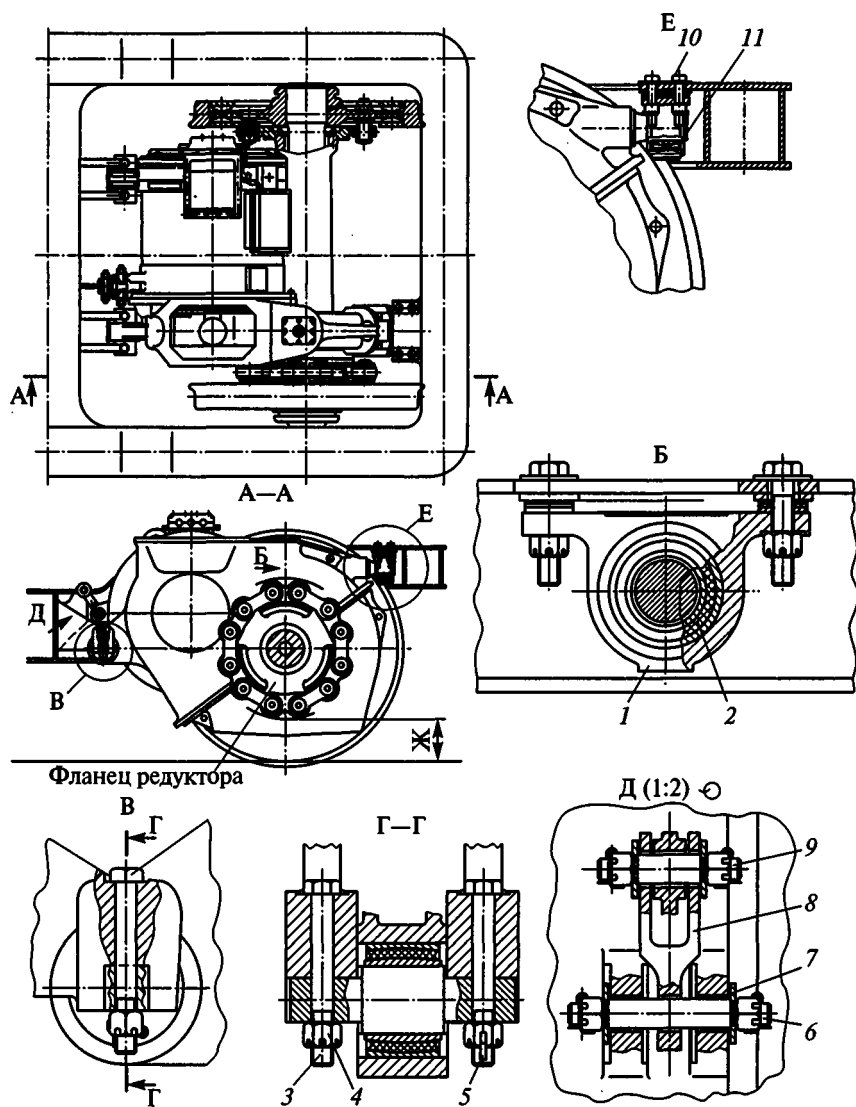


Рис. 1.9. Монтаж колесно-моторного блока на раме тележки:  
 1 — корпус; 2 — шарнир резинометаллический; 3 — болт; 4 — гайка; 5 — шплинт; 6, 9 — валики; 7 — шайба; 8 — вилка; 10 — прокладка; 11 — втулка

### 1.2.6. Система тормозная

Система тормозная служит для снижения скорости и остановки локомотива при необходимости, а также удержания его в неподвижном состоянии на стоянке.

Система тормозная (рис. 1.10) состоит из клещевых блоков 1 с автоматическим стояночным тормозом (АСТ), клещевых блоков 6 без АСТ и блоков восстановления поверхности катания (TCU) 3, 4.

Клещевые блоки 1 оборудованы автоматическим стояночным тормозом, который позволяет удерживать локомотив при его стоянке на уклоне не более 30 ‰.

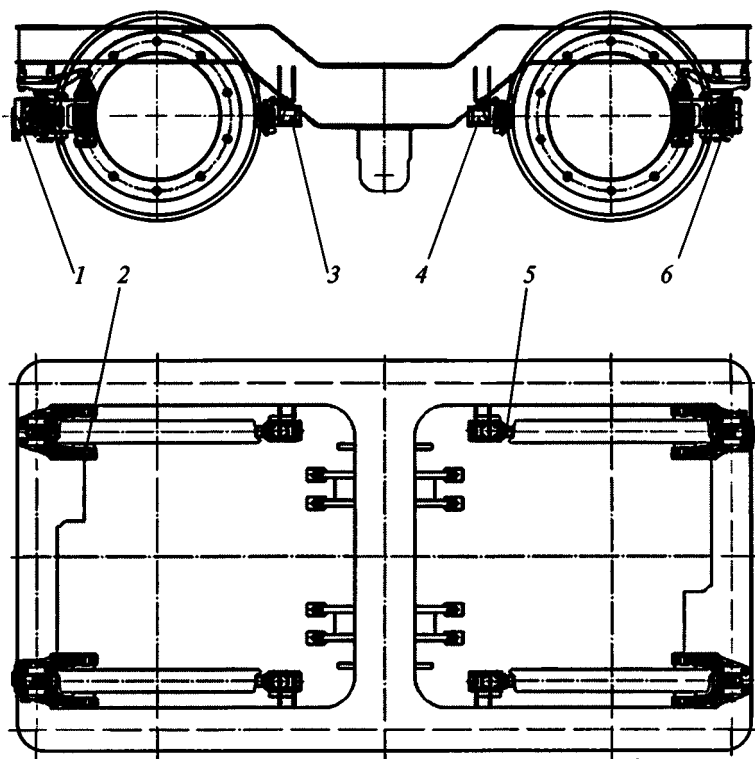


Рис. 1.10. Система тормозная:

1 — клещевой блок (с АСТ); 2 — накладка; 3 — блок восстановления поверхности катания (TCU), левый; 4 — блок восстановления поверхности катания (TCU), правый; 5 — колодка; 6 — клещевой блок (без АСТ)



### 1.2.7. Связи тележек с рамой кузова

Связи тележек с рамой кузова предназначены для передачи всех видов усилий от рамы кузова к тележкам и обратно, как вертикальных, так и горизонтальных — продольных и поперечных.

Связи рамы кузова с крайними тележками выполнены в соответствии с рис. 1.11, а связи рамы кузова со средней тележкой выполнены в соответствии с рис. 1.12.

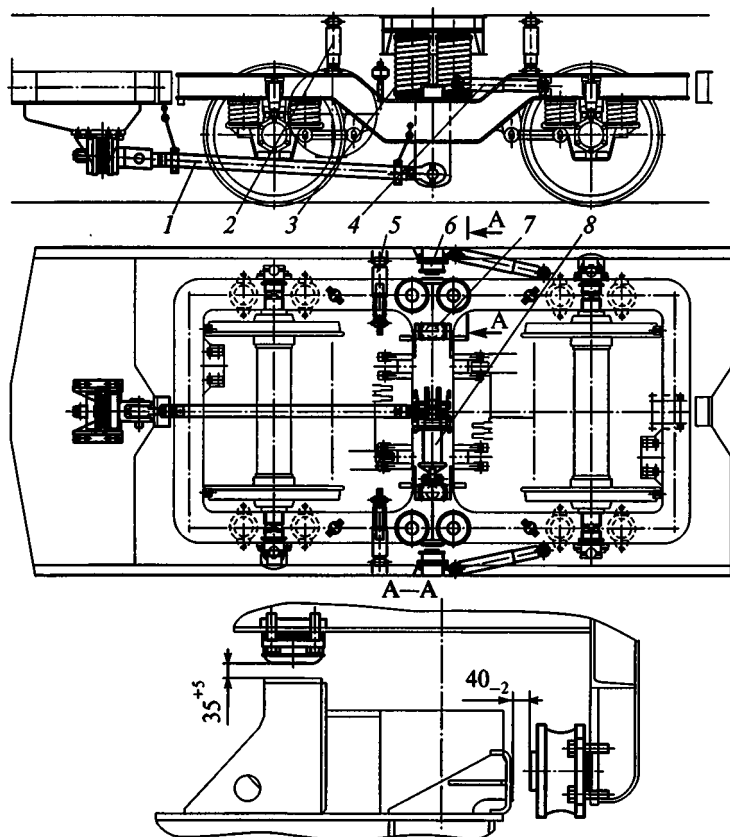


Рис. 1.11. Связи рам крайних тележек с рамой кузова:

1 — наклонная тяга; 2 — вертикальный гидродемпфер; 3 — опора кузова типа «Флексикойл»; 4 — антивилятельный гидродемпфер; 5 — горизонтальный гидродемпфер; 6 — горизонтальный упор; 7 — вертикальный упор; 8 — противотносное устройство

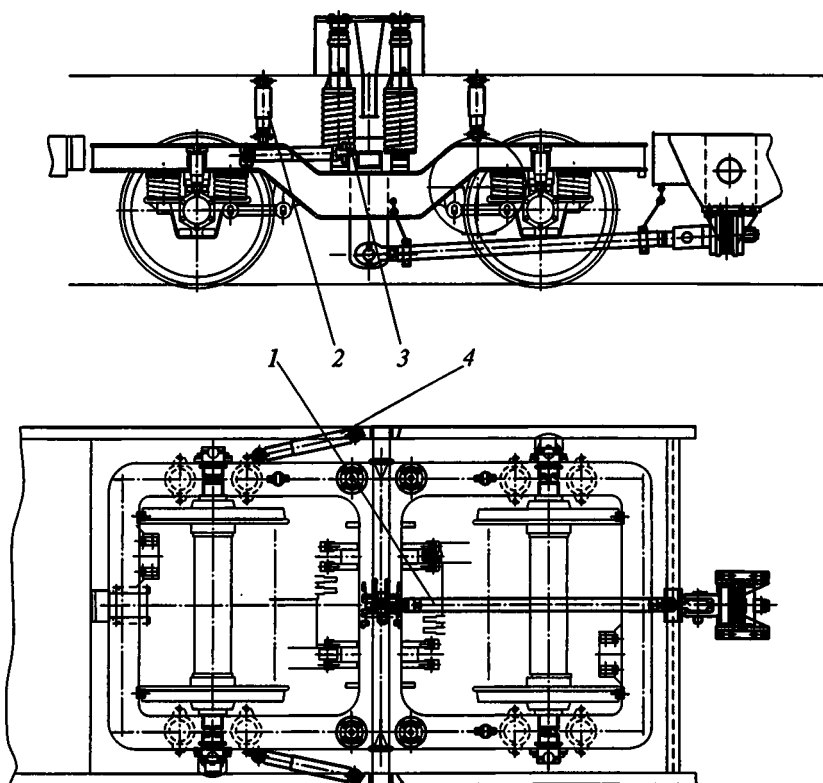


Рис. 1.12. Связи рамы средней тележки с рамой кузова:  
1 — тяга; 2 — вертикальный гидродемпфер; 3 — опора кузова средней тележки; 4 — антивилятельный гидродемпфер

### 1.2.8. Наклонные тяги

Наклонные тяги крайних и средних тележек предназначены для передачи сил тяги и торможения от рам тележек к раме кузова и обратно.

Тяга 6 (рис. 1.13) представляет собой толстостенную трубу с приваренными по концам литыми головками. Одной головкой тяга крепится к вилке 5 буферного устройства рамы кузова, другой головкой — к кронштейну на раме тележки. Крепление тяги осуществляется валиками 9 с гайками. Тросики 7 страхуют тягу от возможно-

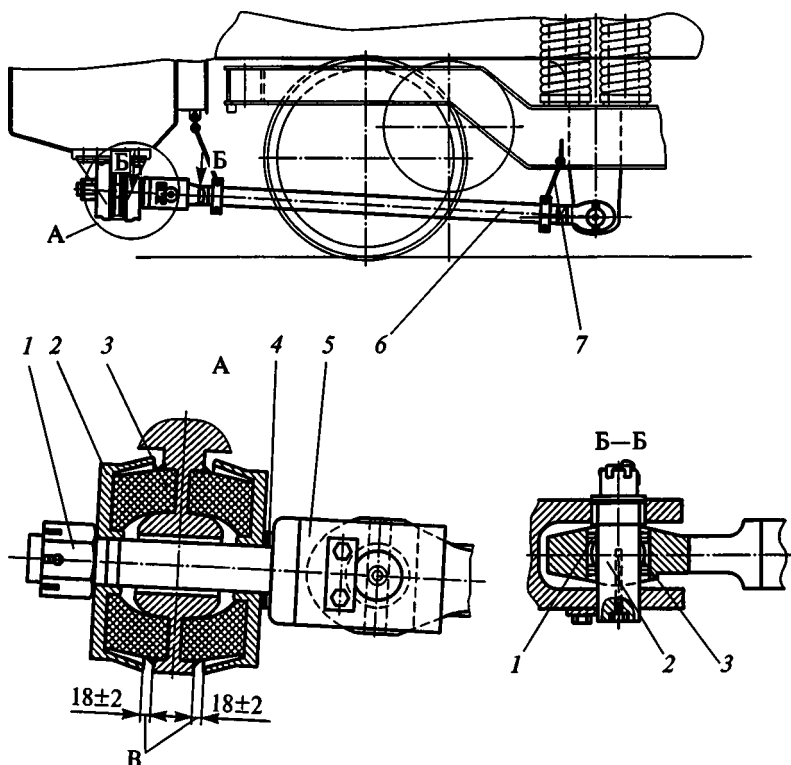


Рис. 1.13. Монтаж наклонной тяги:

1 — гайка; 2 — фланец; 3, 4 — резиновые шайбы; 5 — вилка; 6 — тяга; 7 — тросик; 8 — манжета; 9 — валик; 10 — подшипник

сти падения на путь при изломах. Подвижность тяги в горизонтальной плоскости при отбросе кузова и разворотах тележки обеспечивают подшипники 10, запрессованные в головки тяги.

Для защиты подшипника 10 от пыли и грязи с обеих сторон подшипника в головках устанавливаются манжеты 8. Наклонные тяги крайних и средней тележек по длине одинаковые.

Буферное устройство рамы кузова состоит из двух резиновых шайб 3, охваченных фланцами 2 и предварительно стянутых вилкой 5 и гайкой 1 до обеспечения зазора  $B = (18 \pm 2)$  мм. Положение вилки 5 относительно тяги 6 регулируется установкой необходимого количества шайб 4.

### 1.2.9. Опоры рамы кузова на крайние тележки типа «Флексикойл»

Опоры рамы кузова «Флексикойл» на крайних тележках представляют собой цилиндрические винтовые пружины, работающие на сжатие и сдвиг и предназначенные для передачи весовой нагрузки и компенсации перемещений рамы тележки относительно рамы кузова во всех направлениях.

Техническая характеристика пружины приведена в табл. 8.

Таблица 8

Наименование параметра	Значение
Статическая вертикальная нагрузка на пружину, Н (кгс)	61 230 (6240)
Прогиб пружины под вертикальной статической нагрузкой, мм	$151 \pm 3$
Средний диаметр пружины, мм	$263,5 \pm 2$
Диаметр прутка пружины, мм	$47,5 \pm 0,15$
Число рабочих витков, шт	6,75
Высота пружины в свободном состоянии, мм	$660 \pm 2$
Высота пружины с комплектом шайб (поз. б) под вертикальной статической нагрузкой, мм	$510 \pm 2$

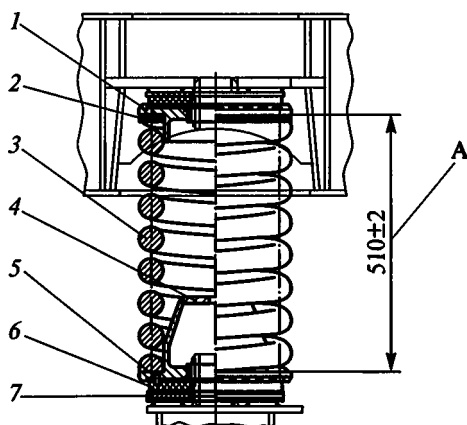


Рис. 1.14. Опора рамы кузова на крайние тележки типа «Флексикойл»:  
1 — опора верхняя; 2 — шайба; 3 — пружина; 4 — опора нижняя; 5 — винт; 6 — шайба; 7 — полукольцо

Опора рамы кузова (рис. 1.14) состоит из пружины 3, которая нижним торцом через опору нижнюю 4, шайбу 6 и полукольца 7 опирается на раму тележки. На верхний торец пружины 3 через шайбы 2, опору верхнюю 1 опирается рама кузова. Полукольца 7 применяются при развеске электровоза. При помощи шайб 2 выдерживается размер А.

### **1.2.10. Опоры рамы кузова на среднюю тележку**

Опоры на средней тележке предназначены для передачи весовой нагрузки от кузова на среднюю тележку и уменьшения динамической составляющей этой нагрузки при прохождении электровозом неровностей пути.

Техническая характеристика пружины приведена в табл. 9.

*Таблица 9*

Наименование параметра	Значение
Статическая вертикальная нагрузка на пружину, Н (кгс)	67 500 (6880)
Прогиб пружины под вертикальной статической нагрузкой, мм	163±6
Средний диаметр пружины, мм	215±2,5
Диаметр прутка пружины, мм	42 <sup>+0,2</sup> <sub>-0,4</sub>
Число рабочих витков, шт	8
Высота пружины в свободном состоянии, мм	640±4
Высота пружины с комплектом шайб (поз. 6, рис. 1.14) под вертикальной статической нагрузкой, мм	480±1,5

Опора представляет собой сжатый упругий стержень, опирающийся на тележку через сферические шарниры, которые обеспечивают подвижность рамы кузова относительно рамы тележки, в горизонтальном направлении.

Опора (рис. 1.15) состоит из нижнего стержня 4, верхнего стакана 3, пружины 7 с регулировочными шайбами 6 и кольцом 5.

После регулировки опор, для разгрузки резьбы болта, между болтом 8 и втулкой 9 устанавливается пакет шайб 10 толщиной, соответствующей зазору Б. Шайбы плотно прижимаются болтом 8.

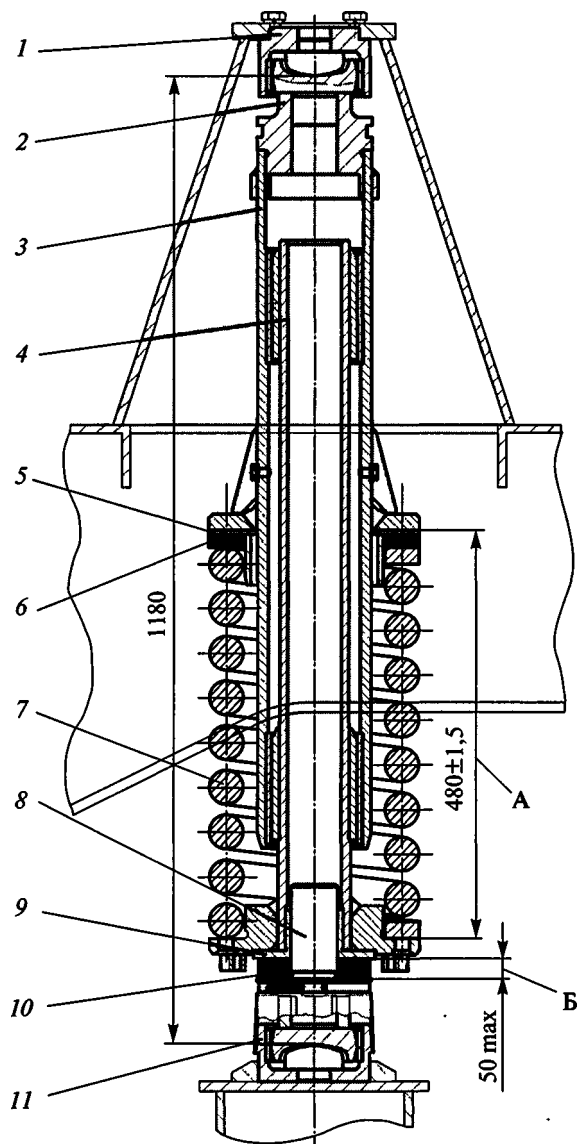


Рис. 1.15. Опора рамы кузова на среднюю тележку:

1, 2 — фланец; 3 — стакан; 4 — стержень; 5 — кольцо; 6 — шайба; 7 — пружина; 8 — болт; 9 — втулка; 10 — шайба; 11 — стакан

### 1.2.11. Противоотносное устройство

Устройство противоотносное (ПРОУ) обеспечивает совместно с опорами кузова и горизонтальными упорами поперечную связь кузова с крайними тележками при вписывании электровоза в кривые участки пути.

Противоотносное устройство (рис. 1.16) состоит из корпуса 4, головки 1, головки штока 12, штока 3, стаканов 2, 6, 8, пружины 5, крышки 9, подкладок 7, 10 и чехла 11. В корпус запрессованы износоустойчивые втулки. Поверхности трения стаканов и штока термообработаны до твердости HRCэ от 42 до 51. Предварительный натяг пружины 5 устройства от 8 до 10 мм обеспечивается подбором подкладок 7. Размер  $(635 \pm 1)$  мм обеспечить подкладками 10.

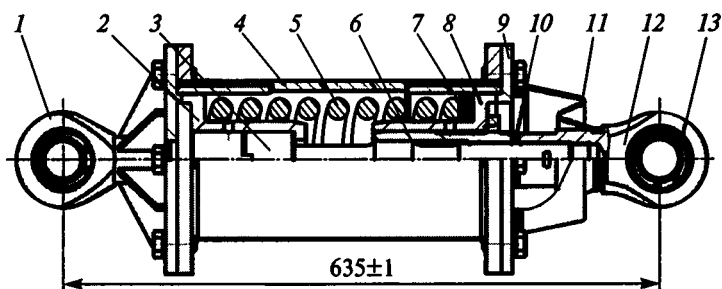


Рис. 1.16. Противоотносное устройство:

1 — головка; 2, 6, 8 — стаканы; 3 — шток; 4 — корпус; 5 — пружина; 7, 10 — подкладки; 9 — крышка; 11 — чехол; 12 — головка штока; 13 — сферический шарнир

Для предотвращения попадания пыли и грязи во внутренние полости ПРОУ отверстие в крышке 9 закрыто чехлом 11

Крепление ПРОУ к кронштейнам рам тележек и кронштейнам рамы кузова осуществляется валиками и гайками.

Техническая характеристика ПРОУ приведена в табл. 10.

Таблица 10

Наименование параметра	Значение
Жесткость пружины, Н/мм (кгс/мм)	234,2 (23,87)
Высота пружины в свободном состоянии, мм	от 279 до 283,5
Величина предварительного натяга, мм	$7^{+1}$



### 1.2.12. Гребнесмазыватель

В конструкции электровоза применен гребнесмазыватель АГС-9. Форсунками гребнесмазывателя оборудованы 1, 2, 3, 4, 5 и 6-я колесные пары. При движении электровоза в зависимости от направления движения включаются гребнесмазыватели на 1, 3 и 5-й колесной паре и при движении в обратную сторону включаются гребнесмазыватели на 2, 4 и 6-й колесной паре. Конструкция гребнесмазывателя приведена в соответствии с рис. 1.17.

Смазка заправляется в питатель 4 объемом 20 л и подается на гребни колес через форсунки 1, устанавливаемые на регулируемых кронштейнах 2, с помощью которых можно осуществлять регулировку форсунок по мере износа ходового колеса.

Основные характеристики гребнесмазывателя АГС-9 приведены в табл. 11.

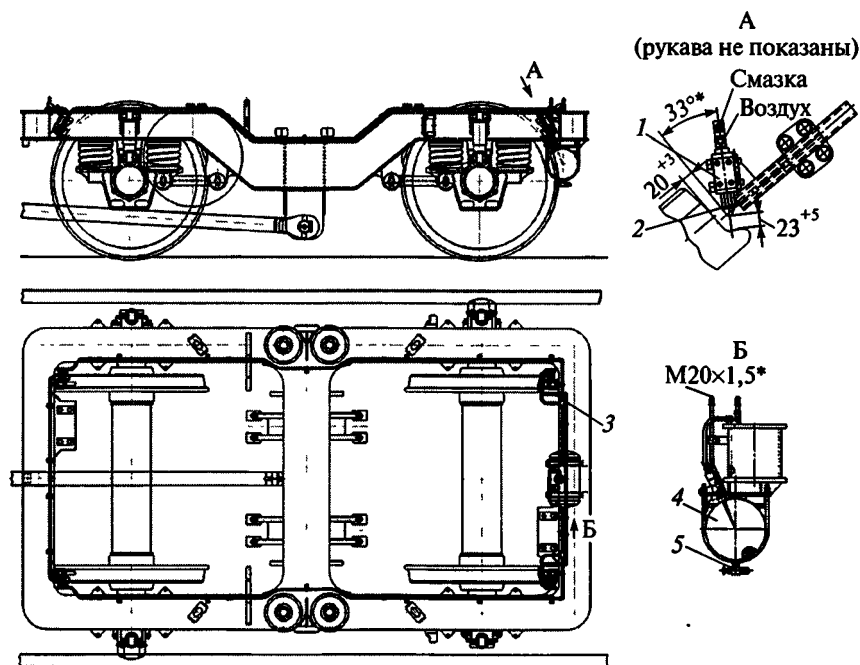


Рис. 1.17. Гребнесмазыватель:

1 — форсунка; 2 — кронштейн регулировочный; 3 — гибкий рукав; 4 — питатель; 5 — клапан сливной

Таблица 11

Наименование параметра	Значение
Давление в маслопроводе, кгс/см <sup>2</sup>	7—9
Количество смазываемых осей на электровоз	6
Количество форсунок на электровоз	12
Объем впрыска одной форсункой, см <sup>3</sup>	Регулируется от 0,05 до 0,07
Длительность впрыска, с	Регулируется от 0,3 до 1,0
Количество баков на электровоз, шт.	3
Емкость каждого из баков, л	20
Способ заправки баков	Полуавтоматический и ручной

Описание конструкции гребнесмазывателя изложено в руководстве по эксплуатации АГС 9.ЭП20.667439.002-16.02 РЭ «Гребнесмазыватель АГС9-16.02.ЭП20. Руководство по эксплуатации». Разработчик ООО НПП «ФРОМИР».

### 1.3. Кузов металлический

Кузов электровоза несущего типа с неохватывающей рамой предназначен для передачи тяговых и тормозных сил составу через автосцепные устройства, размещения оборудования и двух блочных кабин управления, а также для защиты локомотивной бригады при столкновении электровоза с препятствиями.

Кузов рассчитан на продольное сжатие силой 2000 кН, приложенной вдоль продольной оси автосцепок, в сочетании с весовыми нагрузками от установленного на нем оборудования и представлен на рис. 1.18.

Параметры кузова представлены в табл. 12.

Таблица 12

Наименование параметра	Значение
Длина рамы кузова, мм	20 980
Ширина рамы кузова, мм	3100
Ширина кузова по боковым стенкам, мм	3100
Высота кузова, мм	3000
Длина кузова по осям автосцепок, мм	22 532

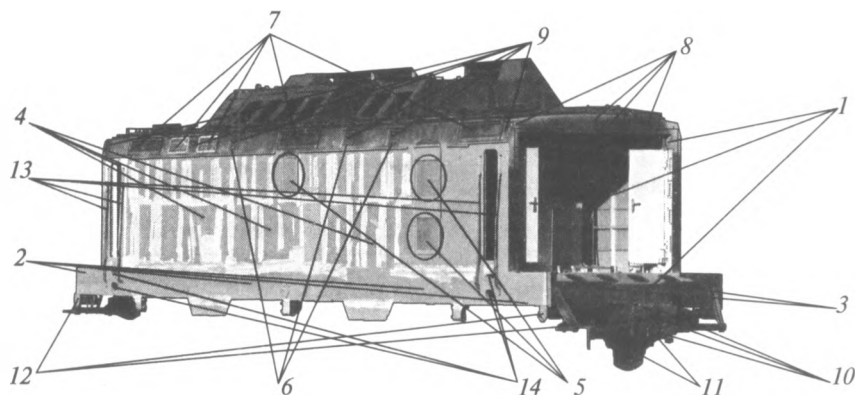


Рис. 1.18. Несущая рама кузова электровоза неохватывающего типа.:  
 1 — каркас; 2 — боковины рамы; 3 — боковые вырезы в консольной балке;  
 4 — боковые стенки кузова; 5 — воздухозаборные жалюзи; 6 — горловины  
 песочниц; 7 — горловины верхних жалюзи; 8 — поперечные П-образные ра-  
 мы; 9 — крышки песочниц; 10 — автосцепные устройства; 11 — расцепной  
 привод автосцепки; 12 — специальные грузоподъемные устройства; 13 — по-  
 ручни; 14 — подножки в боковинах рамы кузова

Кузов состоит из каркаса и установленных на нем вспомогательных по функциональному назначению узлов: крышек люков, форкамер, жалюзи, песочниц, автосцепных устройств, путеочистителей, воздухопроводных патрубков, лобовых частей рамы кузова, блоков пассивной безопасности, входных дверей, подножек и поручней, а также грузовых устройств для подъема электровоза с одного конца и других узлов.

**Каркас** — несущая сварная конструкция кузова (см. рис. 1.18 (1)), состоящая из рамы кузова, боковых стенок, крыши и двух поперечных рамок по торцам. При изготовлении каркаса применены низколегированные малоуглеродистые стали марок 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД, обеспечивающие требуемые эксплуатационные качества при низких температурах.

**Рама кузова** — основной несущий узел кузова состоит из двух боковин, двух консолей, двух поперечных балок с опорами под пружины типа «Флексикойл», двух трансформаторных балок, двух дроссельных балок, трех поперечных балок под опоры средней тележки, трех промежуточных балок, четырех продольных коробчатых балок между консолью и поперечными балками над край-

ними тележками, вспомогательных жесткостей, металлического пола.

*Боковины рамы* — продольные балки, сваренные из листа толщиной 8 мм (см. рис. 1.18 (2)) и швеллера № 30У ГОСТ 8240 с подваренными снизу надстройками для крепления с правой стороны двух аккумуляторных батарей и подваренными сверху пятью надстройками для стыковки основных поперечных балок к боковинам. Надстройки изготовлены из швеллера № 30У.

*Консоль* — концевая часть рамы, представляет собой коробчатую балку переменного сечения с продольными ребрами жесткости и монтажными окнами. К этой балке снизу приваривается передний тяговый кронштейн, состоящий из двух приваренных коробчатых кронштейнов и отъемного кронштейна наклонной тяги.

На боковых стенках передних тяговых кронштейнов симметрично продольной оси электровоза приварены передние и задние упоры автосцепного устройства, а также имеются по два окна для установки поддерживающей плиты поглощающего аппарата и болтов крепления клина тягового хомута. Таким образом, в переднем тяговом кронштейне образован карман для узлов и деталей автосцепного устройства.

В передней части консольной балки выполнены два боковых выреза (см. рис. 1.18 (3)) для размещения и крепления двух блоков пассивной защиты (системы пассивной безопасности) электровоза.

Согласно действующему с 2008 г. европейскому стандарту EN 15277:2008 локомотив нового поколения для скоростного пассажирского движения обязан иметь систему пассивной безопасности (СПБ), которая в случае аварийного столкновения без активного участия машиниста позволит обеспечить условия для защиты локомотивной бригады, пассажиров и обслуживающего персонала поезда, а также существенно уменьшить повреждения железнодорожных экипажей.

Общий вид разработанной и установленной конструкции жертвенного элемента представлен на рис. 1.19, а. Сечения жертвенного элемента по шестигранным и треугольным сотам показаны соответственно на рис. 1.19, б и 1.19, в.

Разработанные конструкции жертвенного элемента СПБ, которые установлены в концевых частях рамы электровоза ЭП20 (в передней части консольной балки по две штуки с каждой стороны), с

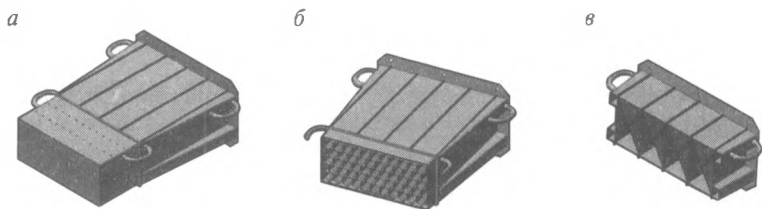


Рис. 1.19. Разработанная и установленная конструкция жертвенного элемента СПБ

определенными рациональными параметрами могут поглотить кинетическую энергию удара порядка 1,8—2,2 МДж при их продольной деформации на 0,7 м (что составляет около 75 % от исходной длины).

*Поперечные балки* — двухуровневые коробчатой конструкции, обеспечивающие переход от нижней части рамы для формирования места установки монтажного желоба к верхней плоскости рамы, где устанавливается оборудование.

Для обеспечения плавного силового перехода в поперечных сечениях кузова от несущей концевой части рамы к несущей конструкции кузова между консолями и поперечными балками над крайними тележками установлены четыре *коробчатые продольные балки* с вваренными в них нишами с кронштейнами крепления вертикальных гасителей колебаний.

Открытые поверхности верха рамы кузова, кроме окон, оставленных по назначению, закрываются приварными стальными листами толщиной 3 мм — *пол металлический*. В части листов вварены водоотводные трубки со съемными коробками гидрозатворов для отвода воды из жалюзи, коробки с отверстиями для прохода монтажных проводов под кузовом.

Здесь же ввариваются переходные воздухопроводные патрубки охлаждения тяговых двигателей.

*Боковые стенки* состоят из двух по концам дверных рам, элементов каркаса и листов обшивки (см. рис. 1.18 (4)).

На правой стенке в обшивке вырезано одно прямоугольное окно, на левой стенке — три (см. рис. 1.18 (5)), под установку воздухозаборных жалюзи.

*Крыша* — сварная конструкция, состоящая из двух концевых дугообразных балок из швеллера № 8, двух боковин, четырех разъем-

ных поперечных балок с кронштейнами, при этом образуются пять проемов под установку уплотняющихся крышек люков.

Боковины крыши собраны из гнутого уголка, гнутых Z-образных профилей, вертикальных уголков с образованием проемов под горловины песочниц (см. рис. 1.18 (б)) и установку жалюзи (см. рис. 1.18 (7)); оставшиеся проемы закрываются листами внешней обшивки.

С внутренней стороны напротив проемов под жалюзи к боковинам приварены девять форкамер системы вентиляции.

*Поперечные рамки* — П-образные рамки из листа толщиной 10 мм с отверстиями для крепления кабины к кузову (см. рис. 1.18 (8)), приварены к торцам боковых стенок и ребрами связаны с концевыми поперечными балками крыши.

*Форкамеры* — коробка, образующие изолированное воздушное пространство между воздухозаборными жалюзи и вентилятором для создания резкого понижения скорости воздушного потока, когда более тяжелые посторонние частицы (пыль, снег) оседают на дно форкамеры и не попадают в охлаждаемое оборудование.

Всего форкамер: три на боковых стенках и девять на крыше.

*Песочная система* представляет собой установленные в кузове двенадцать бункеров песочниц суммарным объемом песка не менее 600 л с подачей песка под первые по ходу движения колесные пары каждой тележки.

В качестве бункеров концевых песочниц использованы коробчатые конструкции между поперечными рамками и дверными стойками боковых стенок.

Бункеры промежуточных песочниц установлены на боковых стенках между стойками каркаса.

Все горловины песочниц выходят на скос крыши и имеют открывающиеся с уплотнением крышки (см. рис. 1.18 (9)), а также сетки внутри.

Подсыпные трубы концевых песочниц с переходной коробкой закреплены на балках консоли рамы снизу болтовыми соединениями, на коробках снизу имеются съемные уплотняющиеся лючки для прочистки, между коробкой с подсыпной трубой и бункером в балке вварена переходная труба.

В промежуточных песочницах внизу имеются переходные патрубки, вваренные в пол рамы кузова, к которым на уплотняющихся

фланцах болтовыми соединениями крепятся подсыпные трубы. Прочистка песочниц производится через окно переходного патрубка после снятия подсыпной трубы.

*Жалюзи* — предназначены для первичной очистки всасываемого воздуха от дождевых капель и крупных частиц.

Имеются, в зависимости от степени очистки, лабиринтные и пластинчатые жалюзи.

*Лабиринтные жалюзи* — устройства, состоящие из рамы, двухволновых вертикальных пластин и водосборной коробки, из которой вода отводится под кузов через прорези в обшивке кузова или по резиновому рукаву через гидрозатвор со съемной коробкой для ее очистки. Лабиринтные жалюзи, установленные под небольшим углом к вертикали, обеспечивают полное удерживание капельной влаги.

*Пластинчатые жалюзи* имеют горизонтальные полосы, установленные под небольшим углом и на определенном расстоянии друг от друга, защищают от прямого попадания дождевых капель.

Рабочее сечение жалюзи определено расчетом.

На концевых частях рамы кузова установлены автосцепные устройства (см. рис. 1.18 (10)), устанавливаемые в соответствии с ГОСТ 3475, с контуром зацепления по ГОСТ 21447.

Установка расцепного привода (см. рис. 1.18 (11)) обеспечивает расцепление автосцепок без захода обслуживающего персонала в пространство между локомотивом и вагоном.

Конструкция автосцепного устройства обеспечивает сцепление с пассажирским вагоном на прямых участках пути и в сопряжении прямой с кривой радиусом не менее 250 м, а также поворот автосцепки относительно вертикальной оси на угол, обеспечивающий проход электровоза в сцепе с пассажирским вагоном участка сопряжения прямой с кривой радиусом 125 м, а также S-образной кривой радиусом 170 м без прямой вставки.

*Путеочиститель* — сварная конструкция из передней коробчатой балки, двух силовых продольных кронштейнов, двух задних кронштейнов для крепления катушек системы локомотивной сигнализации, двух боковых каркасов, обшитых по бокам листами.

На передних частях кузова установлены путеочистители, рассчитанные на нормативную силу столкновения с препятствием 150 кН.

*Для аварийного подъема кузова электровоза* с одного конца крапом, при сходе тележки с рельсов, на раме кузова установлены че-

тыре грузоподъемных устройства (см. рис. 1.18 (12)). Грузоподъемное устройство (рис. 1.20) представляет собой приваренный кронштейн 1 с отверстием, в который устанавливается грузоподъемный валик 2 и фиксируется специальным штифтом 3. На электровозе валик со штифтом установлены изнутри рамы кузова. Отверстия с наружной стороны закрыты крышками 4 (рис. 1.20, а). Перед подъемкой электровоза валики извлекаются, а затем устанавливаются снаружи и также фиксируются в рабочем положении штифтом 3 (рис. 1.20, б).

Для подъема к входным дверям на кузове установлены поручни (см. рис. 1.18 (13)), а в боковинах рамы предусмотрены по две подножки (см. рис. 1.18 (14)) (остальные закреплены на тележке).

Для стока воды с крыши и исключения попадания ее на воздухозаборные жалюзи, входные двери, поручни и аккумуляторные батареи при их обслуживании на кузове установлены водоотводные козырьки и желоба.

Для крепления передней части кабины и путеочистителя на лобовой части рамы кузова установлена съемная рама.

Основные возможные неисправности механической части и способы их устранения приведены в табл. 13.

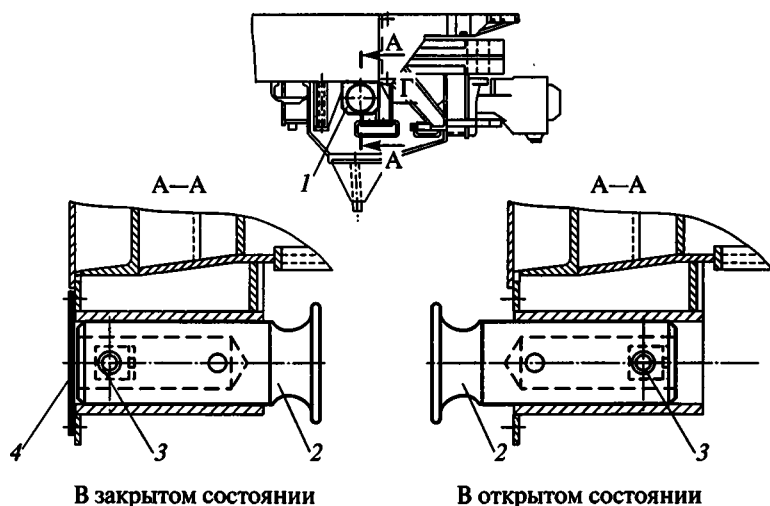


Рис. 1.20. Грузоподъемное устройство:  
1 — кронштейн; 2 — валик; 3 — штифт; 4 — крышка



Таблица 13

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
Поломка пружины рес-сорного подвешивания	Дефект металла, ударная нагрузка	Отключить тяговый двигатель и следовать в депо резервом со скоростью не более 20 км/ч
Поломка пружины и опор подвешивания кузова крайних и средней тележек	Дефект металла, ударная нагрузка	Следовать в депо резервом со скоростью не более 30 км/ч
Течь масла из гидравлического демпфера: через сварные соединения корпусов или трещины; обильная течь через сальниковые уплотнения	Дефект металла, негерметичность	Следовать в депо с обычной скоростью. На ПТОЛ смените гидравлический демпфер
Заклинивание зубчатой передачи	Излом зубьев зубчатой передачи, поломка и заклинивание подшипников редуктора	Поврежденную колесную пару вывести из зацепления с рельсом с помощью специальной транспортной тележки, отключить соответствующий тяговый двигатель и следовать в депо со скоростью не более 15 км/ч. Для отключения тягового двигателя необходимо отключить тяговый преобразователь, питающий этот двигатель
Чрезмерный нагрев буксового узла	Поломка подшипников, отсутствие или избыток смазки	Следовать в депо со скоростью не более 30 км/ч
Заклинивание буксового узла	Поломка подшипников	Выполнить те же работы, что и при заклинивании зубчатой передачи
Излом кронштейнов и обрыв подвески тягового редуктора и тягового двигателя	Дефект металла	Отключить тяговый двигатель и следовать в депо резервом со скоростью не более 30 км/ч
Трещины в элементах рамы	Дефект металла	Следовать в депо резервом со скоростью не более 20 км/ч

## 1.4. Системы охлаждения (вентиляции)

Системы охлаждения (вентиляции) электровоза предназначены для охлаждения шести асинхронных тяговых двигателей (ТД), тягового трансформатора (ТТ), трех тяговых преобразователей (ТП), блока дросселей (БД), шести блоков тормозных резисторов (БТР), четырех трансформаторов вспомогательных цепей, блока компрессорного оборудования и для обеспечения температурного режима и избыточного давления воздуха в кузове.

Система вентиляции выполнена в соответствии с рис. 1.21.

Охлаждение тяговых преобразователей, тягового трансформатора и блока дросселей двухконтурное.

Все остальные системы охлаждения представляют собой приточные системы вентиляции, в которых воздух вентиляторами принудительно нагнетается в охлаждаемые объекты. Системы вентиляции приведены в табл. 14.

Таблица 14

Система вентиляции	Охлаждаемое оборудование
BC1	Асинхронный тяговый двигатель 1, трансформатор вспомогательных цепей
BC2	Асинхронный тяговый двигатель 2
BC3	Асинхронный тяговый двигатель 3, трансформатор вспомогательных цепей
BC4	Асинхронный тяговый двигатель 4, трансформатор вспомогательных цепей
BC5	Асинхронный тяговый двигатель 5, трансформатор вспомогательных цепей
BC6	Асинхронный тяговый двигатель 6
BC7, BC8	Теплообменники тяговых преобразователей, блока дросселей и тягового трансформатора
BC9	Теплообменники тягового преобразователя
BC10	Блок компрессорного оборудования
BC11	Внутрикузовное пространство
BC12—BC17	Блоки тормозных резисторов

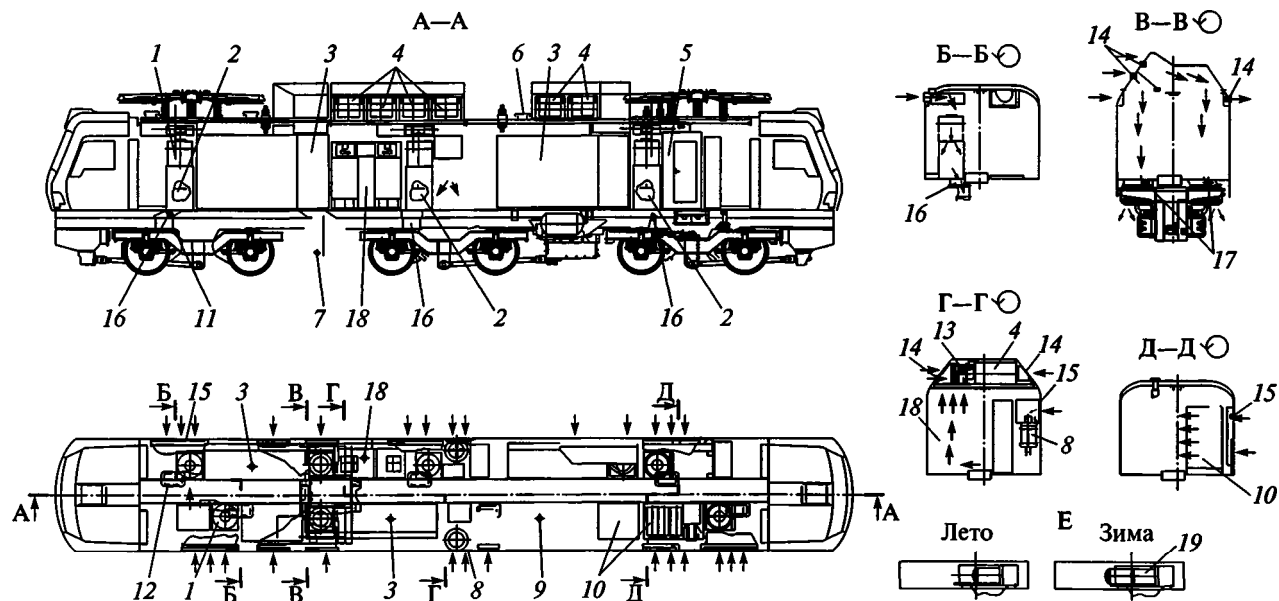


Рис. 1.21. Система охлаждения вентиляции электровоза ЭП20:

1 — вентилятор-воздухоочиститель радиальный прямоточный ВВРП 96-48-5.2; 2 — трансформатор вспомогательных цепей; 3 — преобразователь тяговый; 4 — блок тормозных резисторов; 5 — модуль санитарный; 6 — дефлектор; 7 — блок дросселей; 8 — вентилятор-воздухоочиститель осевой ВВО-26-183 № 3, 8; 9 — трансформатор тяговый; 10 — блок компрессорного оборудования; 11 — двигатель тяговый; 12 — окна подачи воздуха к тяговому двигателю; 13 — вентилятор осевой ВО-51-120 № 5; 14 — жалюзи горизонтальные пластинчатые; 15 — жалюзи вертикальные лабиринтные; 16 — патрубок к тяговому двигателю; 17 — патрубок к блоку дросселей; 18 — преобразователь собственных нужд; 19 — рециркуляционные окна

Системы ВС1—ВС6 практически идентичны, в каждой из них тяговый двигатель охлаждается индивидуальным прямооточным вентилятором-воздухоочистителем, обеспечивающим очистку воздуха от пыли и снега. Забор воздуха осуществляется через вертикальные лабиринтные жалюзи, расположенные в верхней части кузова, в зоне наименьшей запыленности окружающей среды и обеспечивающие эффективную очистку воздуха от капельной влаги. От вентилятора воздух поступает в короб, в котором установлен (кроме ВС2 и ВС6) трансформатор вспомогательных цепей. Из короба воздух по воздухопроводу поступает на охлаждение тягового двигателя и после выбрасывается в атмосферу.

В системах ВС7—ВС9 забор воздуха осуществляется через горизонтальные пластинчатые жалюзи, предотвращающие попадание крупных посторонних предметов в системы вентиляции и расположенные в верхней части кузова, в зоне наименьшей запыленности окружающей среды. Для уменьшения загрязнения теплообменников на выходе воздуха из пластинчатых жалюзи установлены мелкоячеистые металлические сетки. В системах ВС7, ВС8 воздух после охлаждения теплообменников тягового преобразователя поступает на охлаждение теплообменников блока дросселей и тягового трансформатора, после которых выбрасывается в атмосферу. В системе ВС9 воздух после охлаждения теплообменников тягового преобразователя выбрасывается в атмосферу.

В системе ВС10 в блоке компрессорного оборудования установлены два компрессорных агрегата, радиаторы которых охлаждаются осевым вентилятором, встроенным в каждый из компрессорных агрегатов. Забор воздуха осуществляется осевым вентилятором через вертикальные лабиринтные жалюзи, обеспечивающие эффективную очистку воздуха от капельной влаги. После вентилятора воздух поступает на радиаторы компрессорного агрегата, затем выбрасывается в кузов.

В системе ВС11 вентиляции кузова используются специально предусмотренные для этой цели два осевых вентилятора-воздухоочистителя. Из кузова воздух выбрасывается в атмосферу через дефлекторы, установленные на крыше, обеспечивая отвод тепла и поддерживая температуру внутри кузова не выше плюс 60 °С. Каждый из шести тормозных резисторов, располагающихся на крыше электровоза, имеет индивидуальную систему охлаждения ВС 12—ВС 17. Забор воздуха осуществляется посредством осевого вентилятора че-

рез горизонтальные воздухозаборные пластинчатые жалюзи. После вентилятора воздух поступает на охлаждение БТР и выбрасывается в атмосферу через выбросные пластинчатые жалюзи.

*Вентилятор-воздухоочиститель осевой ВВО-26-183 № 3, 8* предназначен для подачи очищенного воздуха в кузов электровоза, для охлаждения внутрикузовного пространства и для создания избыточного давления в кузове электровоза по отношению к атмосферному.

Технические характеристики вентилятора приведены в табл. 15.

Таблица 15

Наименование параметра	Значение
Тип вентилятора	ВВО-26-183 № 3, 8
Диаметр рабочего колеса, мм	377
Производительность, м <sup>3</sup> /мин	80
Полное давление $P$ , Па	500
Тип электродвигателя	АЭВ80В2У2
Мощность на валу электродвигателя, кВт	1,5
Частота вращения $n$ , об/мин	2850
Напряжение, В	380

Устройство и работа вентилятора приведены в руководстве по эксплуатации 6ТС.435.007РЭ «Вентилятор-воздухоочиститель осевой ВВО-26-183 № 3, 8. Руководство по эксплуатации».

*Вентилятор-воздухоочиститель радиальный прямоточный ВВРП 96-48-5.2* предназначен для принудительного охлаждения тяговых двигателей электровоза.

Технические характеристики вентилятора приведены в табл. 16.

Устройство и работа вентилятора приведены в руководстве по эксплуатации 6ТС.435.009РЭ «Вентилятор-воздухоочиститель радиальный прямоточный ВВРП 92-48-5.2. Руководство по эксплуатации».

Вентилятор осевой ВО-51-120 № 5 предназначен для принудительного охлаждения блока тормозных резисторов электровоза.

Технические характеристики вентилятора приведены в табл. 17.

Устройство и работа вентилятора приведены в руководстве по эксплуатации 6ТС.435.008РЭ «Вентилятор осевой ВО-51-120 № 5. Руководство по эксплуатации».

Таблица 16

Наименование параметра	Значение
Тип вентилятора	ВВРП 96-48-5.2
Диаметр рабочего колеса, мм	500
Производительность, м <sup>3</sup> /мин	90
Полное давление $P$ , Па	3200
Тип электродвигателя	АЭВ132М2У2
Мощность на валу электродвигателя, кВт	2910
Частота вращения $n$ , об/мин	7,5
Напряжение, В	380

Таблица 17

Наименование параметра	Значение
Тип вентилятора	ВО-51-120 № 5
Диаметр рабочего колеса, мм	500
Производительность, м <sup>3</sup> /мин	210
Полное давление $P$ , Па	1600
Тип электродвигателя	АЭВ160S2У2
Мощность на валу электродвигателя, кВт	11
Частота вращения $n$ , об/мин	2910
Напряжение, В	380

### 1.5. Кабина машиниста

Кабина машиниста предназначена для размещения рабочих мест локомотивной бригады и управления электровозом. Кабина машиниста имеет два исполнения: Кабина 1 и Кабина 2, различие которых заключается в схемных обозначениях, нанесенных на таблички.

Каждая кабина машиниста модульного типа состоит из металлокаркаса, обшитого снаружи и изнутри стеклопластиковыми и пластиковыми панелями, лобового окна, левого и правого блока оконного, дверного противопожарного блока (рис. 1.22).

Дверной противопожарный блок конструктивно состоит из фрамуги, каркаса двери, замка с фурнитурой, устройства «Антипани-

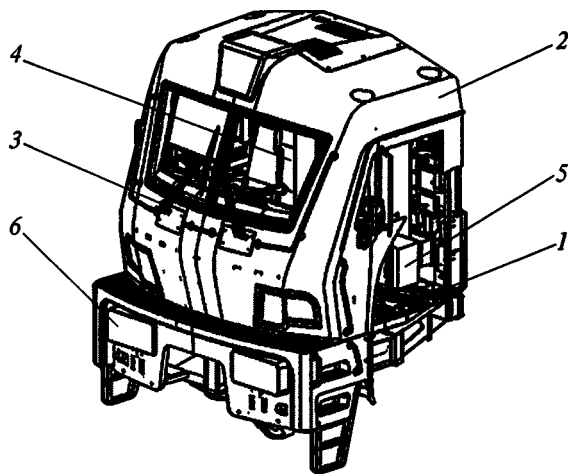


Рис. 1.22. Модульная кабина машиниста электровоза ЭП20:  
 1 — каркас кабины в сборе; 2 — установка наружной облицовки; 3 — установка  
 наружного оборудования; 4 — установка внутренней обшивки; 5 — установка  
 внутреннего оборудования; 6 — установка обтекателя

ка» для обеспечения возможности быстрого покидания кабины машиниста (рис. 1.23). Уплотнения наклеены в два ряда по всему периметру дверного проема.

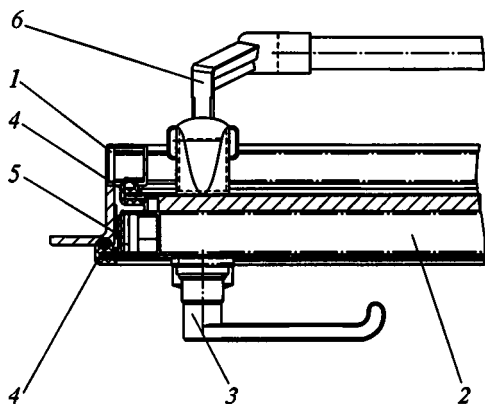


Рис. 1.23. Дверной противопожарный блок кабины машиниста:  
 1 — фрамуга; 2 — каркас двери; 3 — фурнитура замка; 4 — уплотнитель; 5 —  
 самоклеющаяся лента Эндотерм ХТ-150; 6 — устройство «Антипаника»

Крепление двух модульных кабин машиниста осуществляется:

- к кузову — поперечной стенкой кабины через переходную рамку по верху и по боковым стенкам болтами М16;
- к раме кузова — по боковым стенкам болтами М20, лобовая ее часть подкреплена через два уголка болтами М16.



---

## **Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20**

### **2.1. Электрические машины**

#### ***2.1.1. Асинхронный тяговый двигатель ДТА-1200А***

Асинхронный тяговый двигатель ДТА-1200А (тяговый двигатель) предназначен для преобразования электрической энергии, получаемой из контактной сети через преобразователь, в механическую энергию, передаваемую колесной паре через тяговый редуктор и передаточный механизм.

Тяговый двигатель конструктивно объединен с тяговым редуктором в колесно-моторном блоке и устанавливается на тележку как единая сборочная единица с тремя точками крепления.

Вид климатического исполнения — У1 по ГОСТ 15150—69.

Максимальная высота эксплуатации над уровнем моря составляет 1200 м.

Тяговый двигатель рассчитан для работы в условиях эксплуатации при воздействии механических факторов внешней среды в части вибрационных и ударных нагрузок в соответствии с ГОСТ 2582—81, для группы М26 по ГОСТ 17516.1—90.

Технические характеристики тягового двигателя ДТА-1200А при питании синусоидальным напряжением представлены в табл. 18.

Тяговый двигатель ДТА-1200А является трехфазной асинхронной электрической машиной с короткозамкнутым ротором с регулируемой частотой вращения. Регулирование осуществляется изменением величины частоты тока в обмотках статора.

Двигатель имеет условно-бескорпусное исполнение. Как неотъемлемая составная часть тягового редуктора и колесно-моторного блока тяговый двигатель имеет только одну собственную подшипниковую опору вала ротора со стороны, противоположной редуктору. Второй вращающейся опорой вала ротора является упру-

Таблица 18

Наименование показателя	Режим работы	
	Часовой	Продолжительный
Мощность, кВт	1200	1100
Напряжение линейное, В	2183	
Ток фазы статора, А	390	360
Частота вращения ротора, об/мин	1766	
Вращающий момент, кН·м	6,486	5,948
Частота тока статора, Гц	89,0	
КПД, %	96	
Коэффициент мощности, $\cos \varphi$	0,85	
Масса, кг	1960	
Вентиляция	Независимая	
Количество охлаждающего воздуха, м <sup>3</sup> /мин	90	
Потери полного давления воздуха, Па	1940	
Абсолютная частота скольжения $f_2$ , Гц	0,77	0,69
Число полюсов двигателя, $2p$	6	

*Примечания:* 1. Характеристики построены для часового и продолжительного режимов при среднеизношенных диаметрах колес (1210 мм) и температуре обмоток статора 150 °С.

2. Частота вращения максимальная  $n$  (при предельно изношенных колесах диаметром 1170 мм) — 3750 об/мин.

3. Частота тока статора максимальная (при предельно изношенных колесах диаметром 1170 мм) — 190 Гц.

4. Вращающий момент максимальный (при новых колесах диаметром 1250 мм) — 9,255 кН·м.

5. Скорость электровоза при предельно изношенных колесах диаметром 1170 мм — 165,675 км/ч ( $V_3 = 0,04418 \cdot n$ , км/ч).

гая мембранная муфта вала-шестерни редуктора, с которой вал тягового двигателя соединен фланцевым соединением.

Тяговый двигатель (рис. 2.1) состоит из статора 10, ротора 11, подшипникового щита 14, узла датчиков температуры статора и датчика температуры подшипникового щита.

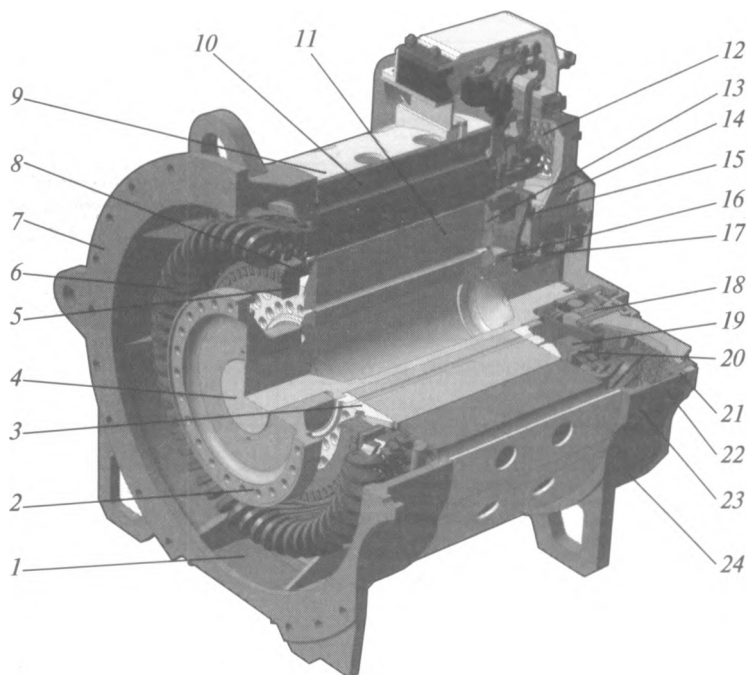


Рис. 2.1. Тяговый двигатель ДТА-1200А в разрезе:

1 — сборочный люк статора; 2 — фланцевая втулка привода; 3 — передняя шайба нажимная ротора; 4 — вал ротора; 5 — переднее короткозамыкающее кольцо; 6 — катушка статора; 7 — передняя боковина статора; 8 — стержень обмотки ротора; 9 — накладка статора; 10 — статор; 11 — ротор; 12 — перфорированная крышка подшипникового щита; 13 — задняя нажимная шайба ротора; 14 — подшипниковый щит; 15 — балансирующая втулка; 16 — запорная гайка сердечника ротора; 17 — шариковый подшипник; 18 — капсула подшипника; 19 — заднее короткозамыкающее кольцо; 20 — бандажное кольцо; 21 — фланец задней боковины статора; 22 — накладка задней боковины; 23 — литой фланец задней боковины; 24 — боковина задняя статора

Двигатель оборудован датчиками температурного контроля обмотки статора и подшипника. Датчик статора (рис. 2.2) представляет собой два терморезистора 1 в виде капсул, установленных в специальные гнезда в одном из зубцов сердечника статора. Установка датчика подшипника показана на рис. 2.3. Провода датчиков в клеммной коробке подсоединены к разъему типа WAGO и далее выведены на вилку.

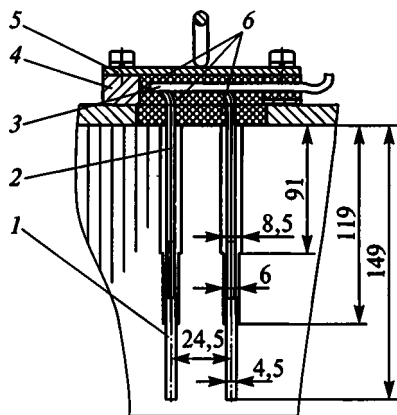


Рис. 2.2. Установка датчиков температурного контроля обмотки статора: 1 — терморезистор; 2 — резиновая предохранительная трубка; 3 — провода терморезистора; 4 — рамка; 5 — крышка рамки; 6 — резиновые уплотнения

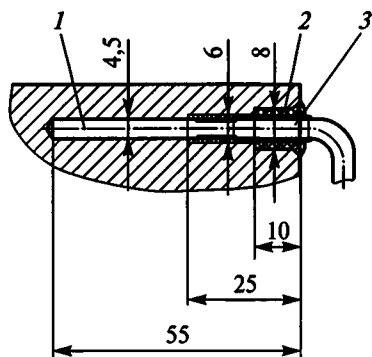


Рис. 2.3. Установка датчика температурного контроля подшипника в подшипниковый щит: 1 — терморезистор; 2 — резиновая предохранительная трубка; 3 — провода терморезистора

Основные графические характеристики двигателя тягового асинхронного ДТА-1200 приведены в Приложении 10.

### 2.1.2. Вспомогательные машины

Для привода вентиляторов охлаждения электрического оборудования на электровозе ЭП20 используются трехфазные асинхронные электрические двигатели с короткозамкнутым ротором типа АЭВ80В2У2, АЭВ132М2У2, АЭВ160S2У2 (табл. 19).

Расшифровка условных обозначений асинхронных двигателей:

А — асинхронный; Э — в исполнении для электровозов; В — встраиваемый; 80, 132, 160 — габарит; В — длина сердечника статора; М, S — установочный размер по длине корпуса; 2 — число полюсов; У — климатическое исполнение; 2 — категория размещения.

Режим работы асинхронных двигателей — продолжительный. Питательное напряжение к двигателям регулируется как по величине напряжения, так и по частоте тока. Регулирование частоты тока ступенчатое: 50, 33, 17 Гц с обеспечением постоянства отношения подаваемого напряжения к частоте тока, соответствующего номинальному режиму работы двигателей.

Таблица 19

Наименование	Наименование узла применения	Назначение	Примечание
АЭВ80В2У2	Вентилятор-воздухоочиститель осевой ВВО-26-183 № 3, 8	Вентилятор предназначен для подачи очищенного воздуха в кузов электровоза, для охлаждения внутри кузовного пространства и для создания избыточного давления в кузове электровоза по отношению к атмосферному	2 шт.
АЭВ132М2У2	Вентилятор-воздухоочиститель радиальный прямоточный ВВРП 96-48 5.2	Вентилятор предназначен для принудительного охлаждения тяговых двигателей электровоза	6 шт.
АЭВ160S2У2	Вентилятор осевой ВО-51-120 № 5	Вентилятор предназначен для принудительного охлаждения блока тормозных резисторов электровоза	6 шт.

Условия эксплуатации асинхронных двигателей:

- рассчитаны на предельные значения температуры окружающей среды от  $-50$  до  $+60$  °С;
- рассчитаны на работу при воздействии внешних механических факторов в части вибрационных и ударных нагрузок по группе М25 ГОСТ 17516.1—90.

Номинальные технические характеристики данные асинхронных двигателей указаны на заводских табличках, укрепленных на корпусе каждого двигателя и приведены в табл. 20.

Асинхронные двигатели этих типов состоят из следующих основных сборочных единиц: статора, ротора и двух подшипниковых узлов.

Конструкция двигателей приведена на рис. 2.4—2.6.

Для обеспечения привода систем охлаждения тяговых преобразователей (BC7—BC9) и блока компрессорного оборудования (BC10) применены асинхронные электродвигатели импортного производства, входящие в комплект поставки совместно с этими блоками.

Так в качестве электродвигателей привода блока компрессорного оборудования (двух безмасляных поршневых компрессоров Buran 20, итальянского производителя FAIVELEY TRANSPORT ITALIA SpA.)

стандартными являются трехфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором (два электродвигателя МК1, МК2 — 20,4 кВт·А) (рис. 2.7).

Таблица 20

Наименование параметра	Тип двигателя		
	АЭВ80В2У2	АЭВ132М2У2	АЭВ160S2У2
Мощность, кВт	1,5	7,5	11
Напряжение, В	380		
Частота, Гц	50		
Частота вращения, об/мин	2850	2910	
Коэффициент мощности, $\cos\phi$	0,8	0,9	
КПД, %	75	84	87
Соединение фаз обмотки	Звездой		
Ток линейный, А	3,8	15	21,3

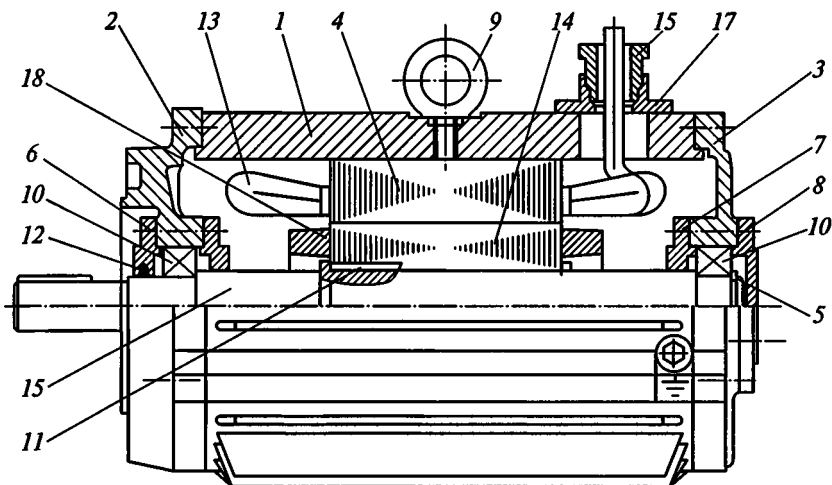


Рис. 2.4. Асинхронный двигатель типа АЭВ80В2У2:

1 — станина; 2, 3 — щиты подшипниковые; 4 — сердечник статора; 5 — кольцо упорное; 6, 7, 8 — крышки подшипников; 9 — рым-болт; 10 — подшипник; 11 — шпонка; 12 — уплотнительное (сальниковое войлочное) кольцо; 13 — обмотка статора; 14 — сердечник ротора; 15 — вал; 16 — штуцер сальника; 17 — фланец сальника; 18 — короткозамкнутая обмотка ротора

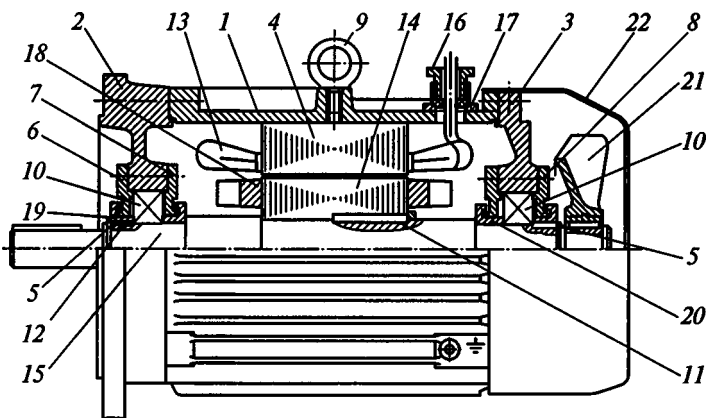


Рис. 2.5. Асинхронный двигатель типа АЭВ132М2У2:

1 — станина; 2, 3 — щиты подшипниковые; 4 — сердечник статора; 5 — кольцо упорное; 6, 7, 8 — крышки подшипников; 9 — рым-болт; 10 — подшипник; 11, 12 — шпонки; 13 — обмотка статора; 14 — сердечник ротора; 15 — вал; 16 — штуцер сальника; 17 — фланец сальника; 18 — короткозамкнутая обмотка ротора; 19, 20 — кольца уплотнительные; 21 — вентилятор; 22 — кожух

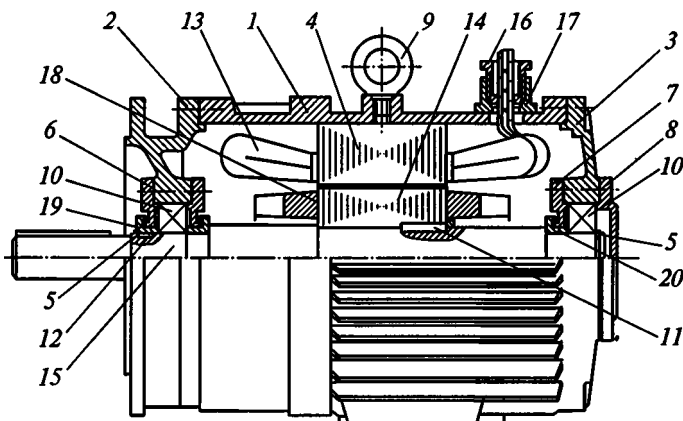


Рис. 2.6. Асинхронный двигатель типа АЭВ160S2У2:

1 — станина; 2, 3 — щиты подшипниковые; 4 — сердечник статора; 5 — кольцо упорное; 6, 7, 8 — крышки подшипников; 9 — рым-болт; 10 — подшипник; 11, 12 — шпонки; 13 — обмотка статора; 14 — сердечник ротора; 15 — вал; 16 — штуцер сальника; 17 — фланец сальника; 18 — короткозамкнутая обмотка ротора; 19, 20 — кольца уплотнительные

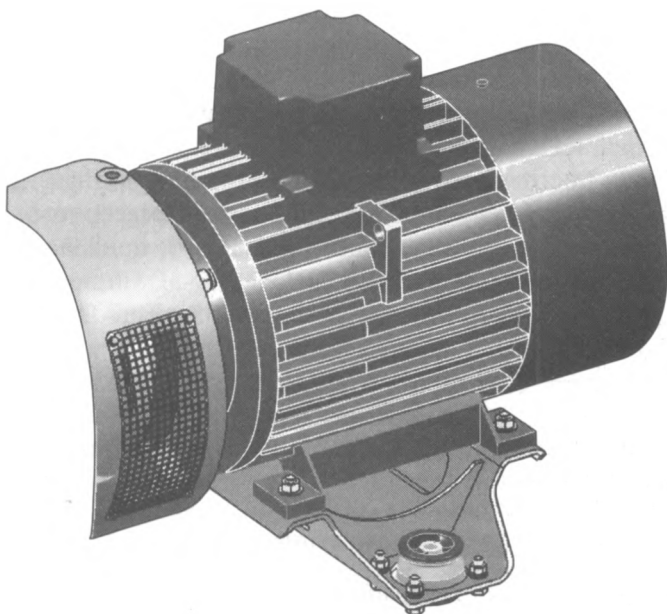


Рис. 2.7. Асинхронный двигатель привода безмасляного двухступенчатого компрессора Buran 20

В качестве электродвигателей привода осевых вентиляторов М-VT-VM тяговых преобразователей, вентиляционной колонны (башни) охлаждения применены также асинхронные двигатели (три электродвигателя типа ISGEV-5BES 160 L2: МВБ01, МВБ02, МВБ03 — 23 кВт·А) с короткозамкнутым ротором. Кроме этого в каждом тяговом преобразователе имеется по два осевых отсека, в которых работает свой асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, приводящий во вращение один насосный агрегат М-РЕ, который обеспечивает охлаждение электронных силовых устройств в каждом осевом отсеке трех тяговых преобразователей (шесть электродвигателей типа ESO-C 32-125/22: ЖН1, ЖН2 — 3,3 кВт·А в каждом из трех преобразователей).

К вспомогательным электрическим машинам асинхронного привода следует также отнести масляные электронасосы Plumettaz TA8 2174/15 PN10 тягового трансформатора LOT-9300, которые обеспечивают циркуляцию масла в баке тягового трансформатора и блоке



дросселей (два электродвигателя: МНТр1, МНТр2 — 5 кВ·А), и асинхронные электродвигатели привода вентиляторов охлаждения вспомогательного преобразователя.

Кроме всех вышеперечисленных вспомогательных машин переменного тока, на электровозе ЭП20 применены маломощные электродвигатели постоянного тока различного типа, назначения и исполнения для привода вспомогательного компрессорного агрегата (блока компрессорного оборудования Е.300Ф), привода переключателя ввода электровоза в депо LTHMD 800-3P C0, привода стеклоочистителей лобового стекла 5948 «Wiper System» HM3468 Iss.G, привода штор солнцезащитных кабины управления, кабины управления и привода поворота и складывания зеркал бокового обзора, рассчитанные на напряжение ботовой сети и цепей управления электровозом: —110 В, —24 В и —12 В постоянного тока соответственно.

## **2.2. Трансформаторы и дроссели**

### **2.2.1. Тяговый трансформатор**

Тяговый трансформатор электровоза предназначен для преобразования напряжения контактной сети в напряжение цепей тяговых двигателей, собственных нужд, отопления и энергоснабжения поезда, а также для преобразования в режиме рекуперации напряжения тяговых двигателей в напряжение контактной сети, собственных нужд, отопления и энергоснабжения поезда.

Тяговый трансформатор LOT-9300 электровоза ЭП20 — это электромагнитное устройство, служащее для преобразования энергии высокого потенциала в энергию с относительно низким потенциалом электрической схемы электровоза и представляет собой многообмоточный трансформатор, изготовленный по технологии concentric layers, состоящий из одной сетевой обмотки и семи вторичных обмоток, одна из которых — обмотка отопления, остальные — тяговые обмотки.

Тяговый трансформатор установлен внутри электровоза ЭП20, ближе ко второй кабине относительно поперечной оси локомотива, и используется для преобразования входного напряжения питания 25 кВ 50 Гц контактной сети в выходное напряжение питания от шести секций тяговой обмотки и одной секции обмотки отопления:

- 6·1659 В 50 Гц для вторичной обмотки тяги;
- 1·3009 В 50 Гц для вторичной обмотки системы отопления поезда.

Поставляется тяговый трансформатор с комплектом дросселей и трубопроводом (№PID: BAD 000 240 51 56 для обоих видов оборудования).

Трансформатор соединен с блоком дросселей системой трубопроводов (рис. 2.8), которая является комплектом труб определенного размера с соединительными элементами из стали. Трубопроводы подвергаются обработке (полировка, торцевание и удаление фасок), на их внутренние поверхности наносится специальный защитный лак. Полный комплект трубопроводов образует замкнутый контур системы охлаждения тягового трансформатора и блока дросселей (общая система охлаждения).

Тяговый трансформатор и блок дросселей (см. рис. 2.8) работают совместно в одной гидравлической системе охлаждения. Циркуляция масла принудительная. Охлаждающая система тягового трансформатора 1 и блока дросселей 4 выполнена по двухконтурной схеме и является общей для тягового трансформатора и блока дросселей. Рассеивание избыточного тепла осуществляется посредством теплообменников 5, расположенных на блоке дросселей. Циркуляция масла между тяговым трансформатором и блоком дросселей

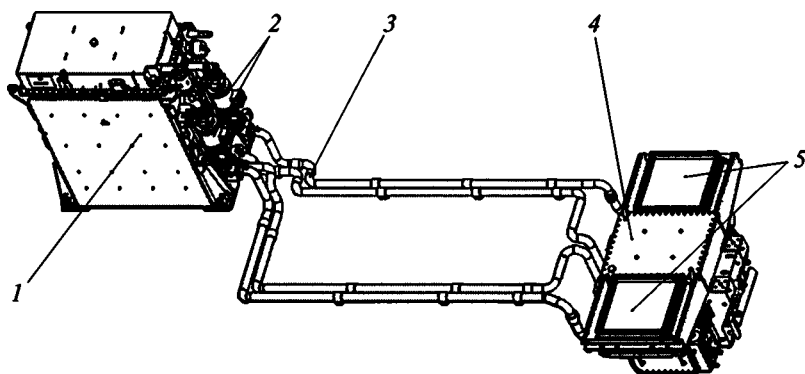


Рис. 2.8. Общая схема системы охлаждения между тяговым трансформатором и блоком дросселей:

1 — тяговый трансформатор; 2 — масляные насосы; 3 — система масляных трубопроводов; 4 — блок дросселей; 5 — радиаторы теплообменников

осуществляется двумя маслонасосами 2, устанавливаемыми на тяговом трансформаторе, по системе трубопроводов 3.

Технические характеристики тягового трансформатора LOT-9300 приведены в табл. 21—30 при номинальном напряжении контактной сети 25 кВ, 50 Гц.

Таблица 21

Обмотки	Заданная мощность, кВ·А	Напряжение, В	Ток, А
Первичная обмотка	9300	25 000	372
Вторичная обмотка тяги	6×1350	6×1659	6×814
Вторичная обмотка нагрева	1×1200	1×3009	1×399

Таблица 22

Типовые параметры первичной обмотки	Значение	
Номинальное первичное напряжение, частота	Согласно IEC 60850	
Сопротивление первичной обмотки постоянного тока при $T^{\circ} = 115^{\circ}\text{C}$	$R_p \text{ dc}$ (пост. т)	1,112 Ом ( $\pm 15\%$ )
Нет тока нагрузки под $U_{\text{ном}}$ и $U_{p \text{ макс}}$	IP magn	(величина EdT)
Номинальные величины при 50 Гц, 25 кВ		1,07 А — 25 кВ
Номинальные величины при 50 Гц, 29 кВ		7,8 А — 31 кВ
Входной ток: номинальные величины при 50 Гц — 25 °C	IP0	700 А <sub>пик</sub> — 25 кВ 870 А <sub>пик</sub> — 29 кВ

Таблица 23

Типовые параметры вторичной обмотки		Номинальные значения при 25 кВ 50 Гц
Количество	$N_s$	6
Нет напряжения нагрузки для номинального напряжения $U_n$	$V_{so}$	1659 В
Среднее заданное значение тока	$I_{\text{s rms}}$	814 А
Величина сопротивления вторичной обмотки при $T_{\text{меди}} = 115^{\circ}\text{C}$	$R_{\text{вт. пост. т}}$	6×21,5 ( $\pm 5\%$ ) мΩ
Коэффициент трансформации $P_r / T_r$	$V_p / V_{si}$	15,06 ( $\pm 0,5\%$ )

Таблица 24

Типовые параметры вторичной обмотки нагрева		Номинальные значения при 25 кВ, 50 Гц
Количество	$N_s$	1
Нет напряжения нагрузки для номинального напряжения $U_n$	$V_{so}$	3009 В
Среднее заданное значение тока	$I_{srms}$	399 А
Величина сопротивления вторичной обмотки при $T_{\text{меди}} = 115^\circ\text{C}$	$R_{sdc}$	129 ( $\pm 5\%$ ) мΩ
Коэффициент трансформации $P_r / T_r$	$V_p / V_{si}$	8,31 ( $\pm 0,5\%$ )

Таблица 25

Параметры диэлектрика		Значения
Проверка выдерживания напряжения полнопериодного импульса 1.2/50 [с]	Согласно IEC 60310 10.2.11.3	170 кВ
Наведенное выдерживаемое напряжение на одной тяговой обмотке (чтобы получить 70 кВ на первичной обмотке с заземлением другой обмотки)	Согласно IEC 60310 10.2.11.1	4645 В 200 Гц — 3 с
Испытание на выдерживаемое напряжение отдельного источника	Согласно IEC 60310 10.2.11.2	Первичная обмотка 13 кВ Тяговая обмотка 13 кВ Обмотка нагрева 13 кВ 50 Гц — 60 с

Таблица 26

Механические характеристики	Значение
Общий вес, кг:	8200 $\pm$ 3 %
активная часть	4750
бак, крышка и трубопровод	1520
вспомогательное оборудование	280
масло (на основе сложного эфира)	1650
Окраска	RAL7035

Таблица 27

Тепловые нагрузки	Количество, шт.
Охлаждение трансформатора (общие параметры):	
открытый охлаждающий контур	1
масляный насосный агрегат	2
радиатор	2

Таблица 28

Тепловые и аэрогидравлические параметры трансформатора	Значение
Тип охлаждения	KDAF
Тепловой класс	H
Изоляция	Nomex
Масло	ESTER
Характеристики	NYCODIEL 1255 Согласно CEI 61099
Уровень масла, который необходимо проверить перед поставкой	1696 л
Падение давления в масляном контуре	Всего: 1,35 бар при 60 °C Охладитель: 0,5 бар при 60 °C Трансформатор: 0,5 бар при 60 °C Трубопровод: 0,35 бар при –60 °C
Рабочая температура масла трансформатора	От –45 до +150 °C
Рабочая температура окружающей среды	От –45 до +40 °C
Предельная рабочая температура окружающей среды	От –50 до +45 °C
Температура хранения	От –50 до +50 °C

Устройство тягового трансформатора LOT-9300. Трансформатор (рис. 2.9) состоит из следующих основных составных частей: бака 1, расширителя 9 с воздухоосушителем 15, контрольно-измерительных

Таблица 29

Сим-волы	Наименование параметра	Условия окружающей среды	Значение
IP	Степень защиты	Согласно EN 60529	Масляный насос IP65
HR	Влажность окружающего воздуха	Согласно IEC 60068-2-30	95 % при 25 °C
DP	Уровень загрязнения	Согласно EN 50124-1	У33
	Класс перенапряжения	EN 50124-1	OV3
	Сопротивление ударам и вибрации	Согласно IEC 61373	Кат. 1, класс А
FF	Требования к огнестойкости и выделению дыма	Согласно NFF 16-101 и 102	Кат. 1, класс А

Таблица 30

Уровень шума согласно ГОСТ 12.2.024-87	
Уровень силы звука при всех включенных насосах с $U_{\text{макс}} = 29 \text{ кВ}$ , 50 Гц	85,8 дБА

приборов — термодатчиков с преобразователями 8, указателя уровня масла 12, датчиков потока масла 4, датчика уровня масла 14, клапаном аварийного сброса масла 11. Подключение контрольно-измерительных приборов и маслонасосов 5 в схеме электровоза осуществляется через разъемы 6 и 13.

Трансформатор изолируется и охлаждается синтетическим маслом на основе сложного эфира с классом нагревостойкости F. Для возможности осуществления монтажа или демонтажа маслонаполненного трансформатора и маслонасосов без слива масла трансформатор снабжен пломбируемыми кранами 3 и 7.

Подключение трансформатора в схеме электровоза осуществляется посредством высоковольтного ввода 10 и низковольтных выводов на панели 16, расположенных в нижней части трансформатора, в уступе с лицевой стороны трансформатора.

Схема расположения низковольтных выводов изображена на рис. 2.10.

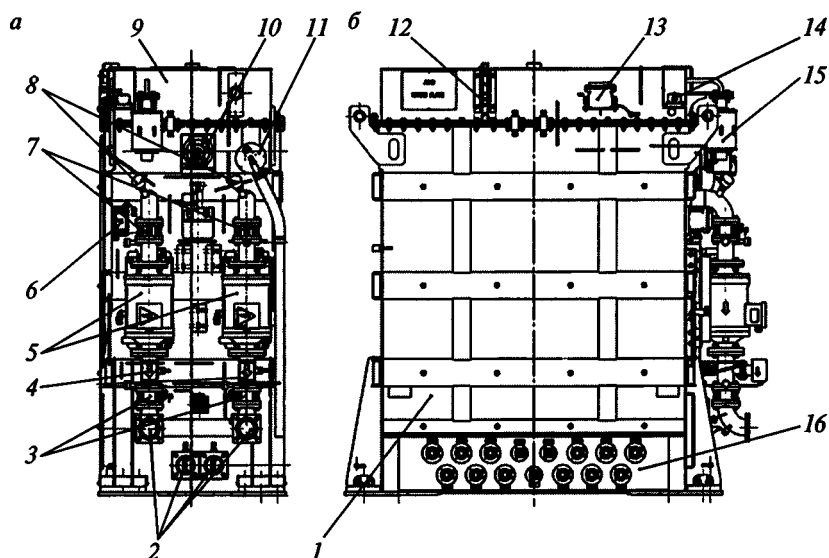


Рис. 2.9. Тяговый трансформатор (вид спереди (а) и сбоку (б)): 1 — бак; 2 — клапаны и дроссельные клапаны; 3, 7 — пломбируемые краны; 4 — датчики потоков масла; 5 — циркуляционные насосы системы охлаждения; 6, 13 — разъемы подключения контрольно-измерительных приборов и маслонасосов; 8 — контрольно-измерительные приборы — термодатчики с преобразователями; 9 — расширитель; 10 — высоковольтный ввод; 11 — клапан аварийного сброса; 12 — указатель уровня масла; 14 — датчик уровня масла; 15 — воздухоосушитель; 16 — панель выводов вторичной тяговой обмотки

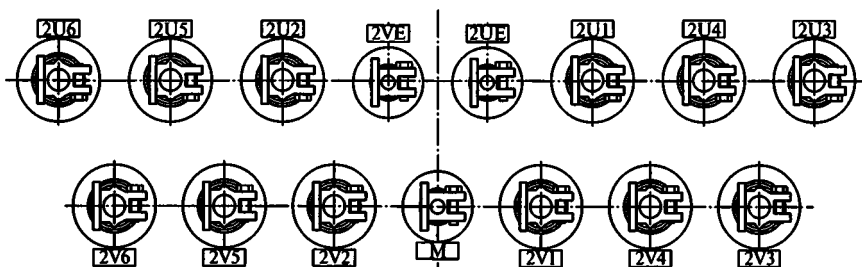


Рис. 2.10. Схема расположения выводов вторичной обмотки тягового трансформатора

Схема электрическая принципиальная обмоток трансформатора показана на рис. 2.11.

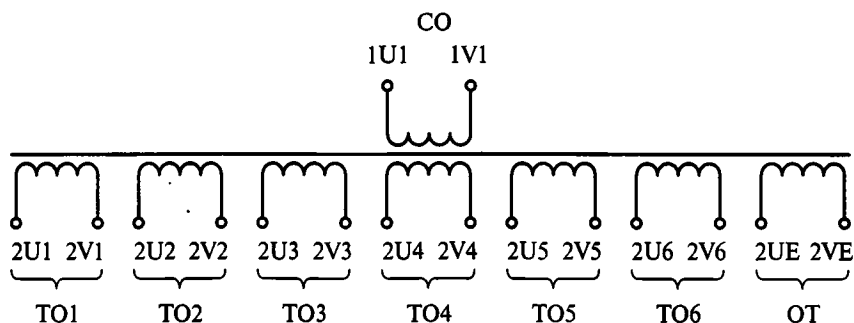


Рис. 2.11. Схема электрическая принципиальная обмоток трансформатора LOT-9300

### 2.2.2. Блок дросселей

Блок дросселей содержит в своей конструкции один маслonaполненный сглаживающий дроссель (катушка индуктивности), используемый в режиме постоянного тока для фильтрации питания, и шесть маслonaполненных дросселей режекторных фильтров, используемых для снижения качания мощности в цепях тяговых преобразователей. Также на блоке дросселей установлены два теплообменных радиатора, служащих для охлаждения масла, нагреваемого тяговым трансформатором или дросселями. Блок дросселей защищен клапаном аварийного сброса давления и датчиком температуры.

Блок дросселей устанавливается в экипажной части электровоза ЭП20 и включает:

- один входной дроссель постоянного тока, используемый с контактной сетью 3 кВ постоянного тока;
- шесть дросселей для фильтрации второй гармоники, используемых с контактной сетью 25 кВ, 50 Гц.

Блок дросселей соединен с тяговым трансформатором системой трубопроводов (см. рис. 2.8) (общая система охлаждения).

Технические характеристики блока дросселей типа DTR0000239455 приведены в табл. 31—37.

*Устройство блока дросселей DTR0000239455.* Блок дросселей (рис. 2.12) состоит из следующих основных составных частей: герметичного бака 1 в котором размещены все дроссели, двух теплообменных радиаторов 8, коробок выводов 9, защищающих выводы дросселей в подкузовном пространстве от повреждений, патрубков 12, 13,



Таблица 31

Входной дроссель постоянного тока SF-FI		
Индуктивность	$L_{dc}$	10 мГн–0/+10 %
Остаточная индуктивность после насыщения	$L_{sat}$	7,1 мГн–0/+10 %
Номинальная мощность	$S = U_0 I_n$	8550 кВАР
Номинальное напряжение	$U_0$	3000 В
Максимальное напряжение	$U_{max}$	4000 В
Среднеквадратичный ток	$I_{RMS}$	530 А
Максимальный пиковый ток	$\hat{I}$	2850 А
Исключительный ток дефекта	$I_d$	18 кА пик.
Сопротивление обмотки постоянного тока при $T^\circ = 115^\circ \text{C}$	$R_{dc}$	21,6 мΩ (± 5 %)
Дроссель 2F		
Количество	$N_{br}$	6
Значение индуктивности	$L_{dc}$	0,633 мГн±2 %
Остаточная индуктивность после насыщения	$L_{sat}$	0,47 мГн±2 %
Номинальная мощность	$S = U_0 I_n$	1590 кВАР
Номинальное напряжение	$U_0$	3000 В
Максимальное напряжение	$U_{max}$	3470 В пик.
Среднеквадратичный ток	$I_{RMS}$	340 А
Максимальный пиковый переменный ток	$\hat{I}$	600 А
Исключительный ток дефекта	$I_d$	33 кА пик.
Сопротивление обмотки постоянного тока при $T^\circ = 115^\circ \text{C}$	$R_{dc}$	7,3 мΩ (± 5 %)
Потери при 115 °C $P$ (кВт)		
Номинальное значение напряжения ±15 %		25 кВ — 50 Гц
Потери нагрузки: дроссель линейного фильтра дроссель 2F	$W_{cc}$	175 кВт 6·1,9 кВт
Общие потери	$W_{tot}$	186,4 кВт±15 %

Таблица 32

Диэлектрические характеристики		Значение
Испытание на выдерживаемое напряжение отдельного источника	Согласно IEC 60310 10.3.8.2	13 кВ 50 Гц — 60 с
Испытание полнопериодного импульса	Согласно IEC 60310 10.3.8.3	30 кВ

Таблица 33

Механические характеристики	Значение
Общий вес, кг:	5270±3 %
дроссели + соединения	3188
бак, крышка и трубопровод	920
охладитель	2·174
вспомогательное оборудование	94
масло	720
Покраска	RAL703

Таблица 34

Тепловые нагрузки	Количество, шт.
Охлаждение блока дросселей (общие параметры):	
открытый охлаждающий контур	1
масляный насосный агрегат	2
радиатор теплообменника	2

Таблица 35

Тепловые и аэрогидравлические параметры блока дросселей	Значение
Тип охлаждения	KDAF
Тепловой класс	H
Масло	Эфирное
Характеристики масла из сложного эфира	NYCODIEL 1255 Согласно CEI 61099
Уровень масла, который необходимо проверить перед поставкой	1696 л

Тепловые и аэрогидравлические параметры блока дросселей	Значение
Падение давления в масляном контуре	Всего: 1,35 бар при 60 °С
	Охладитель: 0,5 бар при 60 °С
	Блок реактора: 0,5 бар при 60 °С
	Трубопровод: 0,35 бар при 60 °С
Рабочая температура окружающей среды	От –45 до +40 °С
Предельная рабочая температура окружающей среды	От –50 до +45 °С
Температура хранения	От –50 до +50 °С

Таблица 36

Сим-волы	Наименование параметра	Условия окружающей среды	Значение
IP	Степень защиты	Согласно EN 60529	Масляный насос IP65
HR	Влажность окружающего воздуха	Согласно IEC 60068-2-30	95 % при 25 °С
DP	Уровень загрязнения	Согласно EN 50124-1	PD4
	Класс перенапряжения	EN 50124-1	Входной дроссель постоянного тока OV3 Дроссели фильтра 2-й гармоники OV2
	Сопротивление ударам и вибрации	Согласно IEC 61373	Кат. 1, класс А
FF	Требования к огнестойкости и выделению дыма	Согласно NFF 16-101 и 102	Кат. 1, класс А

Таблица 37

Уровень шума согласно ГОСТ 12.2.024-87	
Уровень силы звука при всех включенных насосах с $U_{\text{макс}} = 29 \text{ кВ}$ , 50 Гц	85,8 дБА

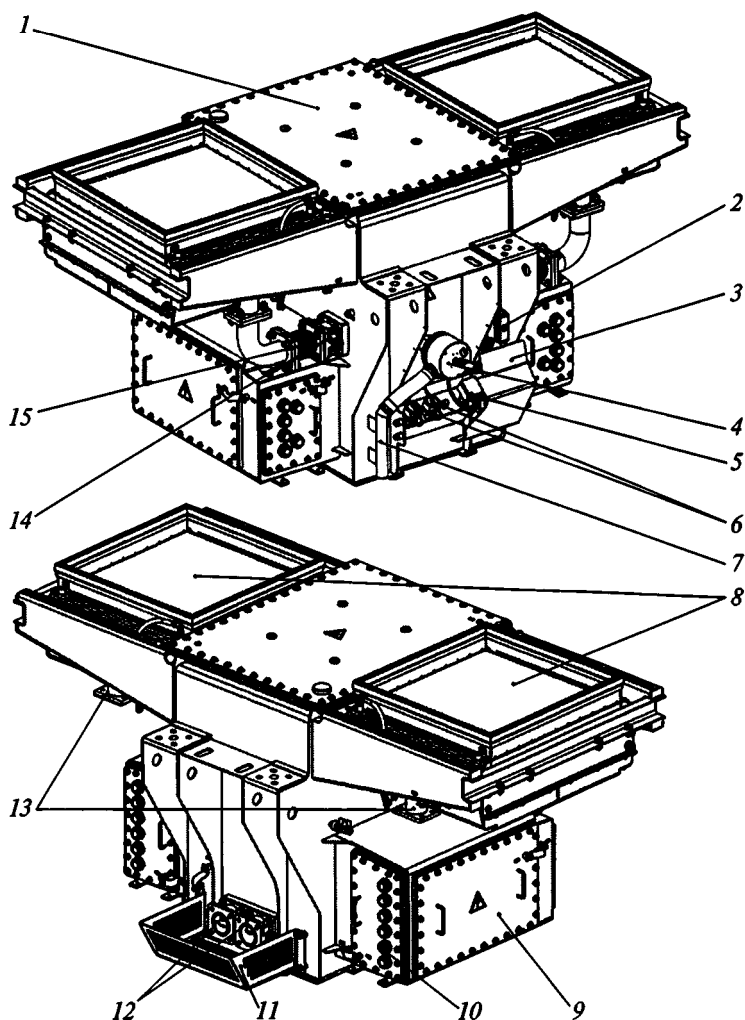


Рис. 2.12. Блок дросселей DTR0000239455:

1 — герметичный бак; 2 — разъем для подключения контрольно-измерительных приборов; 3 — защитный экран; 4 — клапан аварийного сброса масла; 5 — термостат; 6 — контрольно-измерительные приборы — измерительные термодатчики с преобразователями; 7 — патрубок аварийного сброса масла; 8 — радиаторы теплообменники; 9 — коробки выводов; 10 — герметичные кабельные вводы; 11 — защитная сетка выходных патрубков; 12, 13 — патрубки; 14 — пломбируемые краны; 15 — компенсаторы

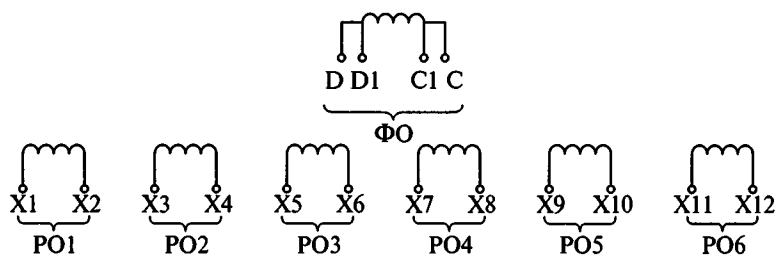


Рис. 2.13. Схема электрическая принципиальная обмоток блока дросселей

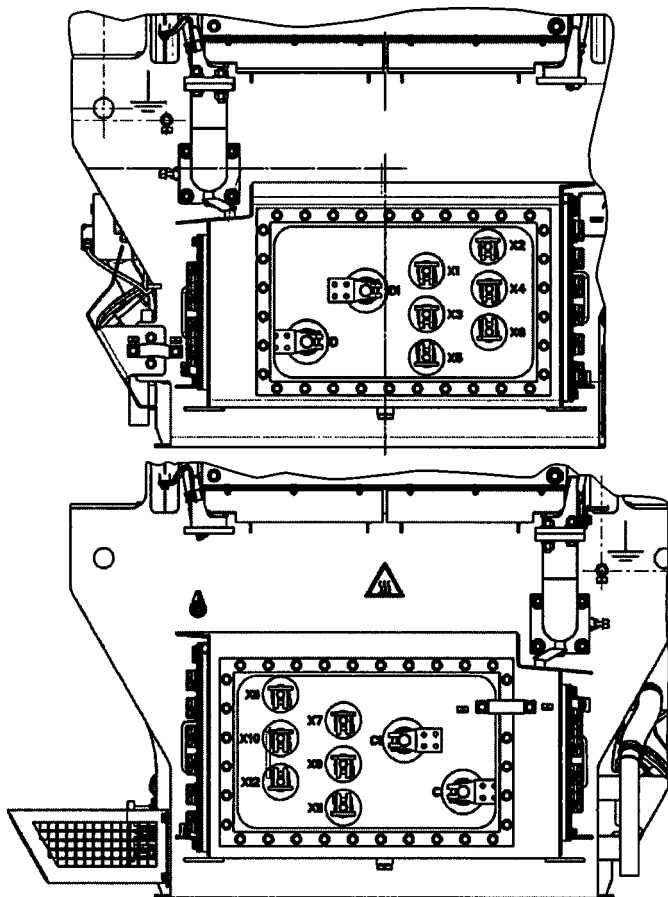


Рис. 2.14. Схема расположения выводов блока дросселей

контрольно-измерительных приборов — измерительных термодатчиков с преобразователями 6, термостата 5 с двумя контактами, срабатывающими при достижении предельных значений температур ( $-50$  и  $+140$  °С), клапаном аварийного сброса масла 4. Аварийный сброс масла осуществляется через патрубок 7. Подключение контрольно-измерительных приборов в схеме электровоза осуществляется через разъем 2.

Контрольно-измерительные приборы защищены от повреждений экраном 3, а выходные патрубки — защитной сеткой 11.

Схема электрическая принципиальная обмоток блока дросселей изображена на рис. 2.13.

Обеспечение пылевлагозащиты мест подключений кабелей внешнего монтажа достигается применением герметичных кабельных вводов 10.

Схема расположения выводов в коробках выводов дросселей изображена на рис. 2.14.

### **2.2.3. Вспомогательный трехфазный трансформатор**

Вспомогательный трехфазный трансформатор ТНТ 18НФ 240К/Д предназначен для преобразования напряжения, выдаваемого вспомогательным преобразователем, в напряжение для питания вспомогательных нагрузок электровоза (система отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, вентиляторы, воздушный компрессор, насосы и т.д.) с гальванической изоляцией между цепями первичной обмотки и выходным трехфазным напряжением переменного тока.

Технические характеристики вспомогательного трехфазного трансформатора приведены в табл. 38, при номинальном напряжении контактной сети 1200 В, 50 Гц.

*Таблица 38*

Наименование параметра	Значение
Номинальное линейное напряжение первичной обмотки, В	1200
Рабочий диапазон напряжений, В	1184—1640
Номинальное линейное напряжение вторичной обмотки, В	380
Номинальная мощность, кВт·А	170
Частота питающего напряжения, Гц	50

Наименование параметра	Значение
Напряжение изоляции между первичной и вторичной обмотками, В	3000
Система охлаждения	Принудительная
Минимальная температура охлаждающего воздуха, °С	–50
Максимальная температура охлаждающего воздуха, °С	+45
Расход охлаждающего воздуха, м <sup>3</sup> /мин	От 45 до 90
Тепловые потери при работе, кВт	9
Температура хранения, °С	От –50 до +70
Температура эксплуатации, °С	От –50 до +45
Габаритные размеры, мм	995×620×540
Масса, кг	620

*Устройство и работа вспомогательного трансформатора типа ТНТ 18НФ 240К/Д.* Вспомогательный трехфазный трансформатор (рис. 2.15) состоит из трехстержневого магнитопровода 1, шихтованного из отдельных изолированных пластин электротехнической стали и трех катушек 2, размещенных на стержнях магнитопровода.

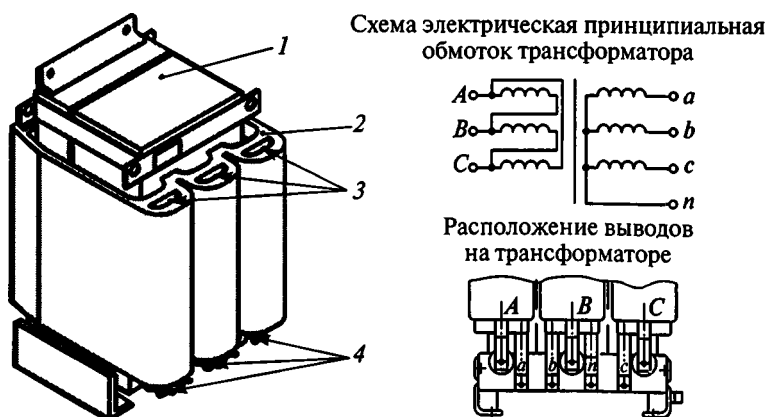


Рис. 2.15. Вспомогательный трехфазный трансформатор DTR0100006268: 1 — трехстержневой магнитопровод; 2 — катушки трансформатора; 3 — воздушный охлаждающий канал; 4 — выводы обмоток

## 2.3. Преобразователи и блоки

### 2.3.1. Тяговый блок (преобразователь)

Тяговый блок (далее — тяговый преобразователь) предназначен для преобразования постоянного или переменного тока частоты 50 Гц в трехфазный ток в режиме тяги и для преобразования трехфазного тока в постоянный или переменный ток частоты 50 Гц в режиме рекуперативного торможения. На электровозе ЭП20 таких преобразователей три, каждый из которых работает со своими двумя тяговыми асинхронными электродвигателями.

Конструктивно тяговый преобразователь состоит из двух силовых блоков 1 (осевых отсеков) и одного блока теплообменника 2 (колонна охлаждения) (рис. 2.16). В состав тяговой системы преобразователя входят охлаждаемые водой силовые биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ) и электронными блоками управления.

Каждый тяговый преобразователь разделен на три секции. Первая и вторая секции содержат один четырехквадрантный преобразователь мощности на 50 Гц, один трехфазный преобразователь, один реостатный модулятор, связанный с одним водяным насосом, высоковольтные выключатели, контактор, дроссель, датчики напря-

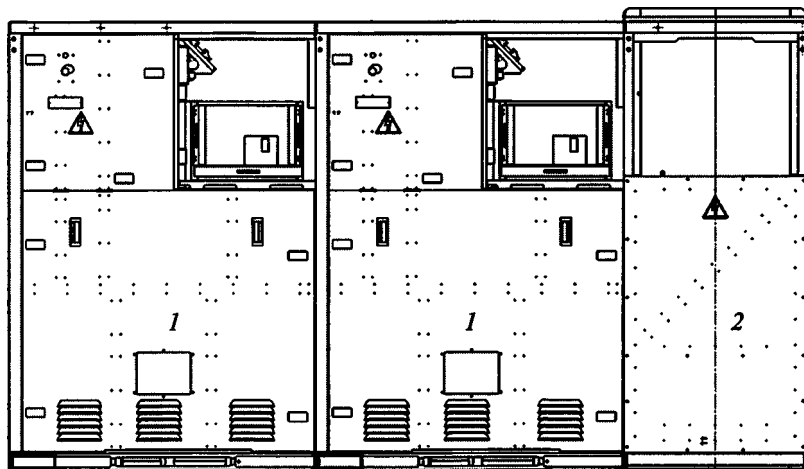


Рис. 2.16. Тяговый преобразователь DTR0000235827:

1 — силовые блоки; 2 — блок теплообменника



жения и силы тока, а также электронные блоки управления. Третья секция содержит воздушный нагнетатель, водно-воздушный радиатор и вспомогательные резисторы.

Основные технические характеристики тягового преобразователя приведены в табл. 39.

*Таблица 39*

Наименование параметра	Значение
Диапазон изменения напряжение контактной сети, кВ: переменный ток 50 Гц постоянный ток	От 19,0 до 29,0 От 2,2 до 4,0
Номинальное входное напряжение преобразователя 4QS, В	1415
Номинальное выходное напряжение преобразователя 4QS, В	2800
Номинальный выходной фазный ток трехфазного АИН (действующее значение первой гармоники (часовой режим), А	390
Диапазон пусковых токов, А	От 470 до 510
Мощность на валу АТД (часовой режим), кВт	2×1200
Номинальная мощность канала питания вспомогательного блока, кВт	200
Группа механического исполнения по ГОСТ 17516.1-90	M25
Охлаждение	Жидкостное
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ15150-69	У2

*Примечание.* Подробное описание, принцип работы и сроки технического обслуживания тягового преобразователя изложены в документации фирмы Alstom «User manual for EP20 traction system» BAD0002601955 и «EP20 Maintenance Plan» BAD0002698851.

### **2.3.2. Вспомогательный блок (преобразователь)**

Вспомогательный блок (далее — вспомогательный преобразователь) предназначен для преобразования напряжения, поступающего от тягового оборудования в трехфазное напряжение переменного тока, регулируемое по частоте и амплитуде, для питания вспомогательных контуров электровоза (системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, вентиляторов, воздушного компрес-

сора, насосов и т.д.), а также для стабилизации целевого давления в системах охлаждения на заданном уровне.

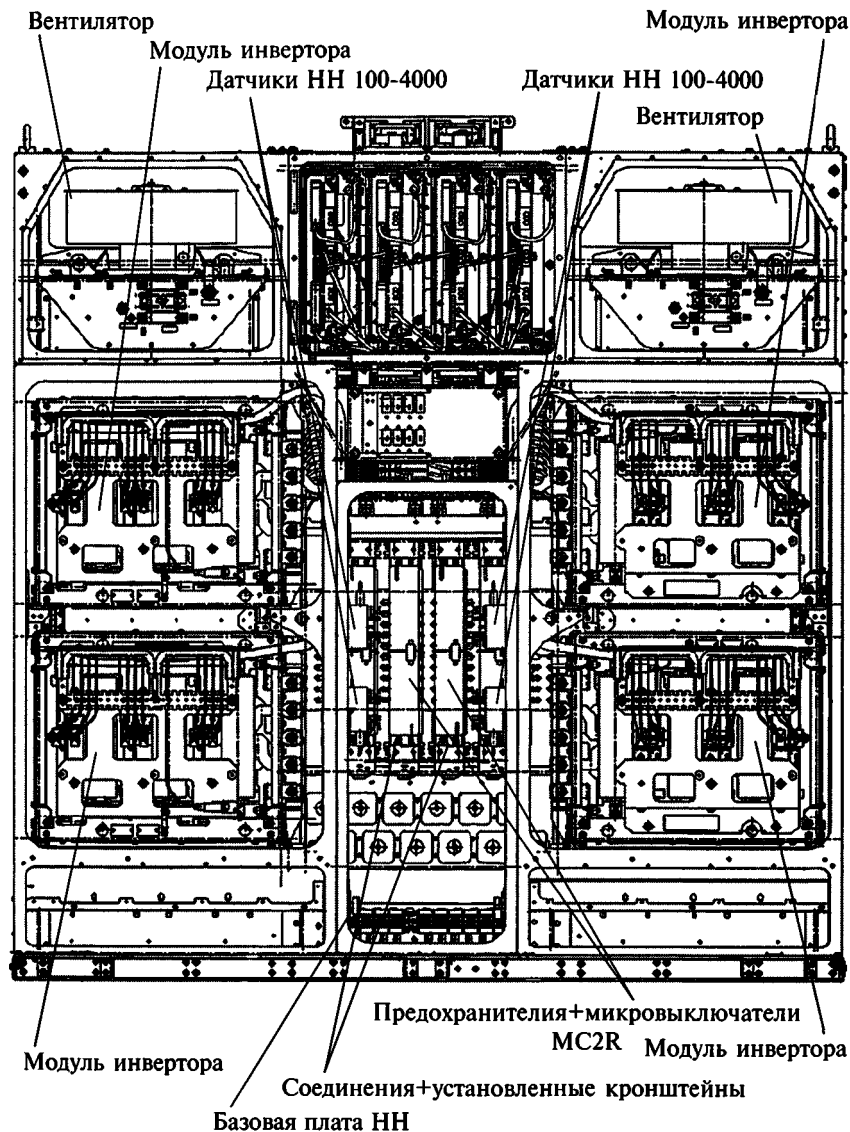


Рис. 2.17. Вспомогательный преобразователь типа АК00001077525

В состав вспомогательного блока входят: четыре модуля инверторов с воздушным охлаждением, биполярный транзистор с изолированным затвором (БТИЗ) и четыре вспомогательных блока управления (АСУ) для управления и защиты преобразователя (рис. 2.17). Он также включает в себя: вентиляторы, контактор, автоматические выключатели, датчики давления и тока, плавкие предохранители, конденсаторы.

Технические характеристики вспомогательного преобразователя приведены в табл. 40.

Таблица 40

Наименование характеристик	Значение
<b>Входные параметры:</b>	
номинальное напряжение питания, В	3000
диапазон изменения входного питающего напряжения, В	От 2000 до 4000
род тока	Постоянный
<b>Выходные параметры:</b>	
число каналов	4
номинальная мощность каждого каналов, кВт	130
номинальное линейное напряжение на выходе, В	380
диапазон регулирования выходного напряжения, В	От 0 до 380
диапазон регулирования выходной частоты, Гц	От 0 до 60
КПД в номинальном режиме, не менее	0,95
<b>Параметры напряжения цепей управления:</b>	
номинальное напряжение постоянного тока, В	110
диапазон изменения напряжения, В	От 77,0 до 137,5
Группа механического исполнения по ГОСТ 17516.1—90	M25
Охлаждение	Принудительное воздушное
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ15150—69	У2

*Примечание.* Подробное описание, принцип работы вспомогательного преобразователя и сроки технического обслуживания изложены в документации фирмы Alstom «User manual for EP20 traction system» BAD0002601955 и «EP20 Maintenance Plan» BAD0002698851.

## 2.4. Электрические аппараты

### 2.4.1. Аппараты высоковольтных и вспомогательных цепей

#### 2.4.1.1. Токоприемники AX 023 BU LT, AX 024 BM LT

Токоприемники AX 023 BU LT и AX 024 BM LT предназначены для съема и передачи через скользящий контакт электрической энергии от контактной сети к электрооборудованию электровоза и обеспечивают заданные характеристики токосъема в обоих направлениях движения электровоза.

Токоприемники AX 023 BU LT используются при работе электровоза от контактной сети постоянного тока 3 кВ. Токоприемники AX 024 BM LT используются при работе электровоза от контактной сети переменного тока 25 кВ.

Технические характеристики токоприемников AX 023 BU LT, AX 024 BM LT приведены в табл. 41.

Таблица 41

Наименование параметра	Значение	
	AX 024 BM LT	AX 023 BU LT
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У	
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	1	
Категория размещения пневматического узла управления по ГОСТ 15150—69	2	
Номинальное напряжение контактной сети, кВ	25	3
Номинальный ток при движении, А	750	3200
Номинальный ток на стоянке при температуре воздуха выше 10 °С, не менее, А	10	72
Номинальный ток на стоянке при температуре воздуха ниже 10 °С, не менее, А	55	472
Статическое нажатие, не менее, Н (кгс): активное пассивное	60 (6,0) 90 (9,0)	100 (10,0) 130 (13,0)
Опускающая сила в диапазоне рабочей высоты, не менее, Н (кгс)	120 (12,0)	200 (20,0)
Разница между наибольшим и наименьшим нажатием при одностороннем движении полоза вверх или вниз в диапазоне рабочей высоты, не более, Н (кгс)	15 (1,5)	

Наименование параметра	Значение	
	AX 024 BM LT	AX 023 BU LT
Двойное значение силы трения в шарнирах, приведенное к контактной поверхности полозов, не более, Н (кгс)	20 (2,0)	
Поперечная жесткость токоприемника, не менее, Н/мм (кгс/мм)	17 (1,7)	
Приведенная масса подвижных частей токоприемника, не более, кг	35	45
Время подъема полоза токоприемника из сложенного положения до максимальной рабочей высоты при рабочем давлении сжатого воздуха, с	От 7,0 до 10,0	
Время опускания полоза токоприемника с максимальной рабочей высоты в сложенное положение при рабочем давлении сжатого воздуха, с	От 3,5 до 6,0	
Диапазон рабочей высоты, мм	От 400 до 1900	
Максимальная высота подъема, мм	2100	
Минимальное давление сжатого воздуха на входе пневматического узла управления токоприемником, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,45 (4,5)	
Рабочее давление сжатого воздуха на входе пневматического узла управления токоприемником, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,5 (5,0)	
Габаритные размеры, мм:		
длина	2100	
ширина	2260	
высота в сложенном положении	405	
Высота токоприемника от опорных поверхностей до контактной поверхности полоза в сложенном положении токоприемника, не более, мм	325	
Масса (без изоляторов), кг	130,0	135,0
Масса пневматического узла управления (один на два типа токоприемника), кг	25,5	

*Примечание.* Время подъема и опускания приведено для каждого токоприемника совместно с пневматическим узлом, установленным в кузове электровоза. При температуре окружающего воздуха ниже минус 30 °С допускается увеличение времени подъема и опускания токоприемника не более чем на 50 % (в соответствии с разделом 5 ГОСТ Р 54334—2011).

Двойное значение силы трения — это разница между активным и пассивным статическим нажатием при одной высоте подъема. Для АХ023 составляет 20 Н, но при значениях рабочей высоты подъема, близким к 400 и 1900 мм, может быть 25 Н.

Разница между наибольшим и наименьшим нажатиями при одностороннем движении токоприемника — это разница между наибольшим и наименьшим значениями активного или пассивного нажатий в диапазоне рабочей высоты.

Технические характеристики полозов и кареток токоприемников приведены в табл. 42.

Таблица 42

Наименование параметра	Значение	
	АХ 023 ВU LT	АХ 024 ВМ LT
Высота полоза $H$ , мм	405	
Длина полоза $L$ , мм	2260	
Ширина полоза, мм	500	300
Рабочая длина полоза с дополнительными пластинами $L_{пр}$ , мм	1550	
Угол склона дополнительных пластин к горизонтали, град.	41	
Длина контактной вставки $L_{вс}$ , мм	1090	
Длина опорной алюминиевой части контактной вставки, мм	1160	
Ширина контактной вставки, мм	60	42
Количество контактных вставок на полозе	2	
Число полозов на токоприемнике	1	
Угол поворота полоза в каретках на каждую сторону, град.	От 5 до 7	
Ход каретки, мм	$\pm 30$	
Масса полоза, кг	18	11

*Устройство и работа токоприемников АХ 023 ВU LT, АХ 024 ВМ LT.*  
Токоприемники предназначены для передачи, посредством скользящего контакта, электроэнергии от контактной сети к электрообо-

рудованию электровоза с конструкционной скоростью 200 км/ч при эксплуатации токоприемников в соответствии с ЦТ-ЦЭ-844 и ТУ на токоприемники.

Токоприемник АХ 023 ВU LT (АХ 024 ВМ LT) представляет собой асимметричную конструкцию. Он состоит из трех составных частей — токоприемника, пневматического привода с пневматическим узлом управления (установленным внутри локомотива) и системы аварийного автоматического опускания ADD.

Токоприемники (рис. 2.18, 2.19) состоят из основания 10 (стальная сварная конструкция), на котором размещены нижняя рама 3, тяговый подъемный шток 2 и пневматический привод 12.

Для каждого рода тока используется свой тип токоприемника. Конструктивно они отличаются размером (шириной) полоза, шириной угольных вставок на нем, количеством гибких электрических соединителей — шунтов и рабочим давлением в пневматическом приводе.

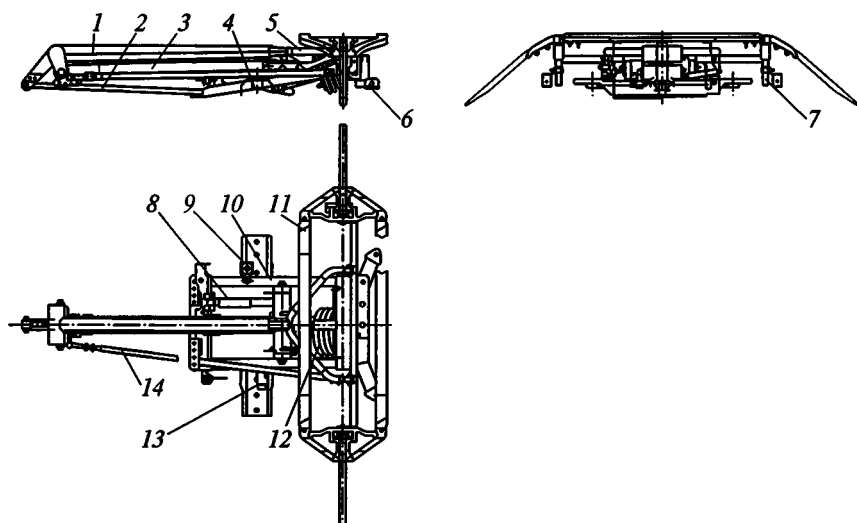


Рис. 2.18. Токоприемник АХ 023 ВU LT.

1 — рама верхняя; 2 — нижний тяговый подъемный шток; 3 — нижняя рама; 4 — рама основание; 5 — вилка верхней рамы; 6 — опора; 7 — каретки; 8 — демпфер; 9 — клапан ADD; 10 — клапан MED; 11 — полз со вставками; 12 — пневматический привод; 13 — табличка маркировочная; 14 — выравнивающий шток (синхротяга)

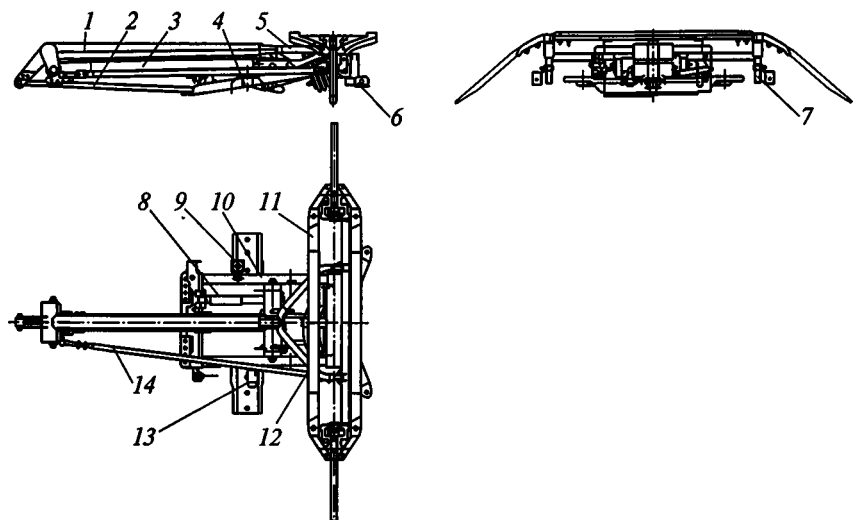


Рис. 2.19. Токоприемник AX 024 BM LT:

1 — рама верхняя; 2 — нижний тяговый (подъемный) шток; 3 — нижняя рама; 4 — рама (основание); 5 — вилка верхней рамы; 6 — опора; 7 — каретки; 8 — демпфер; 9 — клапан ADD; 10 — клапан MED; 11 — полоз со вставками; 12 — пневматический привод; 13 — табличка маркировочная; 14 — выравнивающий шток (синхротяга)

Пневматический узел управления токоприемником (далее — ПУУ) (рис. 2.20) представляет собой моностатический узел, устанавливаемый внутри электровоза и отрегулированный на требуемое статическое нажатие и скорости подъема и опускания токоприемника. В схему включены фильтр очистки воздуха 1 для обеспечения нормальной работы регулятора, электромагнитный вентиль 2 для подачи воздуха в пневматический привод токоприемника, регуляторы скорости опускания и подъема 3 и 5, а также точный регулятор давления 4. Реле давления 6 системы ADD/MED завершают схему ПУУ, которая смонтирована в металлическом шкафу с изоляцией 8, который имеет четыре кронштейна 9, предназначенных для крепления ПУУ внутри электровоза. Все элементы пневматической системы ПУУ соединяются между собой пневматическими трубками 12, а электрический монтаж выводится из ПУУ на коннектор 11. На всех регуляторах предусмотрена возможность регулировки уставок вручную.



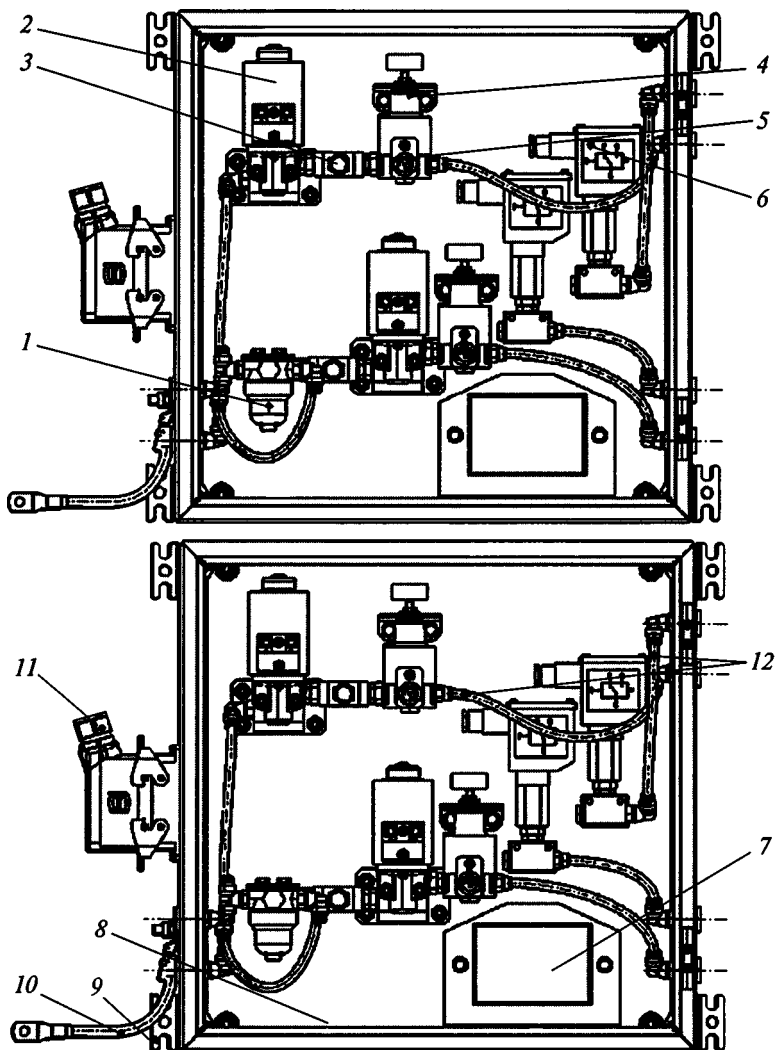


Рис. 2.20. Пневматический узел управления:

1 — воздушные фильтры; 2 — электрический клапан с ручным дублиром (сверху клапана); 3 — регулятор расхода (на подъем); 4 — прецизионный регулятор давления; 5 — регулятор расхода (опускание); 6 — реле давления системы ADD/MED; 7 — нагреватель; 8 — металлический шкаф с изоляцией (крышка не показана); 9 — кронштейн; 10 — гибкий медный соединитель (шунт); 11 — коннектор; 12 — пневматические трубки

Для обеспечения надежной работы токоприемника при отрицательных температурах пневматический узел управления оборудован нагревателем 7 с максимальной потребляемой мощностью 100 Вт.

Пневматический узел управления должен быть установлен таким образом (рис. 2.21), чтобы объем воздуха между точным регулятором давления и приводом токоприемника не превышал 0,3 л. Это улучшает чувствительность регулятора на изменение давления в трубке от регулятора к пневматическому приводу токоприемника. Один пневматический узел обеспечивает управление двумя токоприемниками AX 023 BU LT и AX 024 BM LT.

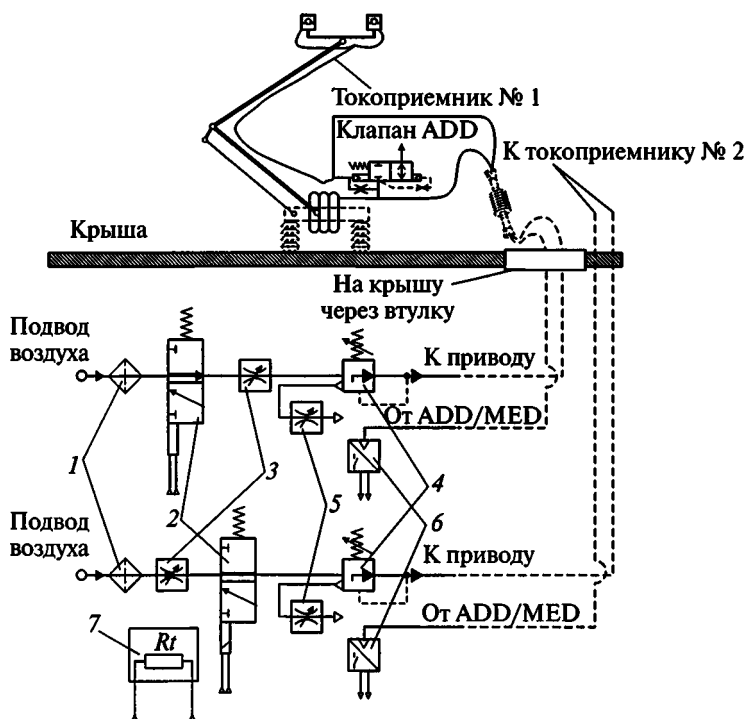


Рис. 2.21. Общая электропневматическая схема монтажа пневматического узла управления и узла токоприемников:

1 — воздушные фильтры; 2 — электрический вентиль с ручным дублером (сверху вентиля); 3 — регулятор расхода (на подъем); 4 — прецизионный регулятор давления; 5 — регулятор расхода (опускание); 6 — реле давления системы ADD/MED; 7 — нагреватель

Система аварийного опускания (ADD, MED) (рис. 2.22) состоит из пневматического клапана 1, установленного на токоприемнике и приводимого в действие при разрушении контактной вставки (которая имеет встроенный воздушный канал), проходного изолятора 2, предназначенного для изоляции при подводе воздуха, и реле давления 3.

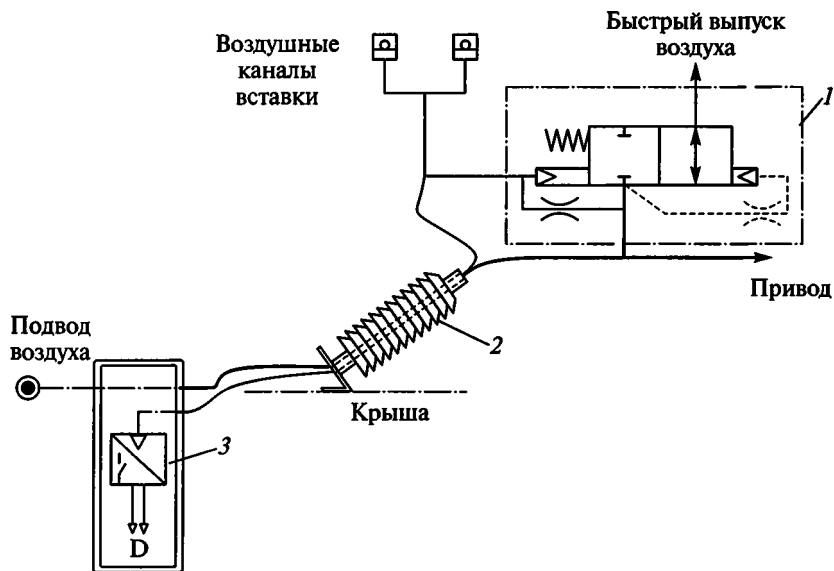


Рис. 2.22. Схема системы аварийного опускания ADD:  
1 — пневматический клапан; 2 — проходной изолятор; 3 — реле давления

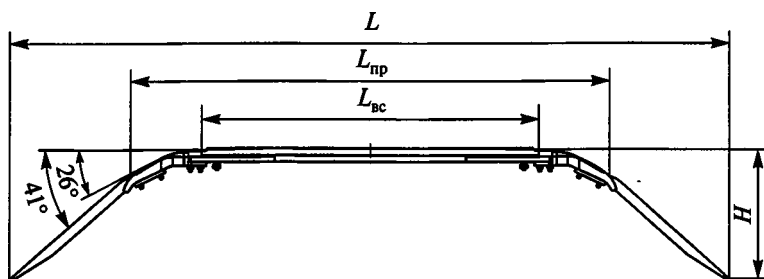


Рис. 2.23. Конфигурация полоза

На токоприемниках АХ 023 ВU LT и АХ 024 ВМ LT установлены различные по ширине и с разными типами вставок полозья. Конфигурация полозья, представленная на рис. 2.23 и в табл. 42, соответствует «Техническим требованиям к полозьям токоприемников магистрального электроподвижного состава». Это обеспечивает их вписывание в габарит 1Т по ГОСТ 9238—83 и качественную работу в зоне подхвата провода.

Тип вставки токоприемника АХ 023 ВU LT — SK85ACu (пропитанный медью графит, среднее содержание меди от 20 до 30 %). Тип вставки токоприемника АХ 024 ВМ LT — SK85W (угольно-графитная).

#### 2.4.1.2. Многофункциональное устройство С4F

Многофункциональное устройство С4F используется при работе электровоза от контактной сети переменного тока 25 кВ промышленной частоты и имеет в своем составе следующее оборудование:

- вакуумный выключатель 22CB-NG-E, предназначенный для оперативной коммутации высоковольтных цепей и защиты электрооборудования от перегрузок и коротких замыканий;

- заземляющий переключатель 38KS-M для защиты поездной бригады от опасности поражения электрическим током при проведении технического обслуживания;

- ограничитель перенапряжений для защиты оборудования электровоза от перенапряжений, возникающих при отключении вакуумного выключателя;

- ферритовый фильтр для снижения уровня электромагнитных помех в контактной сети при работе электровоза.

Технические характеристики многофункционального устройства С4F приведены в табл. 43.

Таблица 43

Наименование параметра	Значение
Длина рамы кузова, мм	20 980
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	1
Номинальное напряжение, кВ	25
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	70

Наименование параметра	Значение
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	–50
Номинальный ток, А	1000
Номинальный ток отключения, кА	16
Ток включения (наибольший ток), кА	40
Ток термической стойкости в течение 3 с, кА	20
Ток термической стойкости заземлителя в течение 2 с, кА	14
Собственное время включения, не более, мс	160
Собственное время отключения, не более, мс	45
Номинальное напряжение цепей управления, В	110
Встроенный заземлитель	Есть
Механический ресурс, циклов	200 000
Масса, кг	190

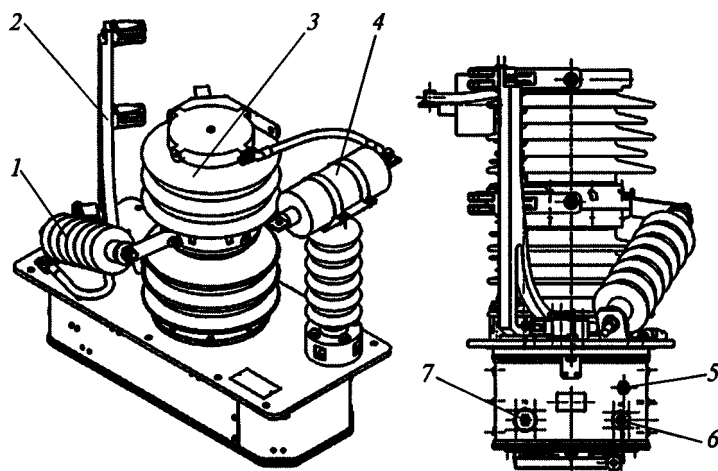


Рис. 2.24. Общий вид multifункционального устройства С4F:  
 1 — ограничитель перенапряжений; 2 — заземляющий переключатель; 3 — вакуумный выключатель; 4 — ферритовый фильтр; 5 — отверстие подвода осушенного воздуха; 6 — низковольтные разъемы вакуумного выключателя; 7 — низковольтные разъемы заземляющего переключателя

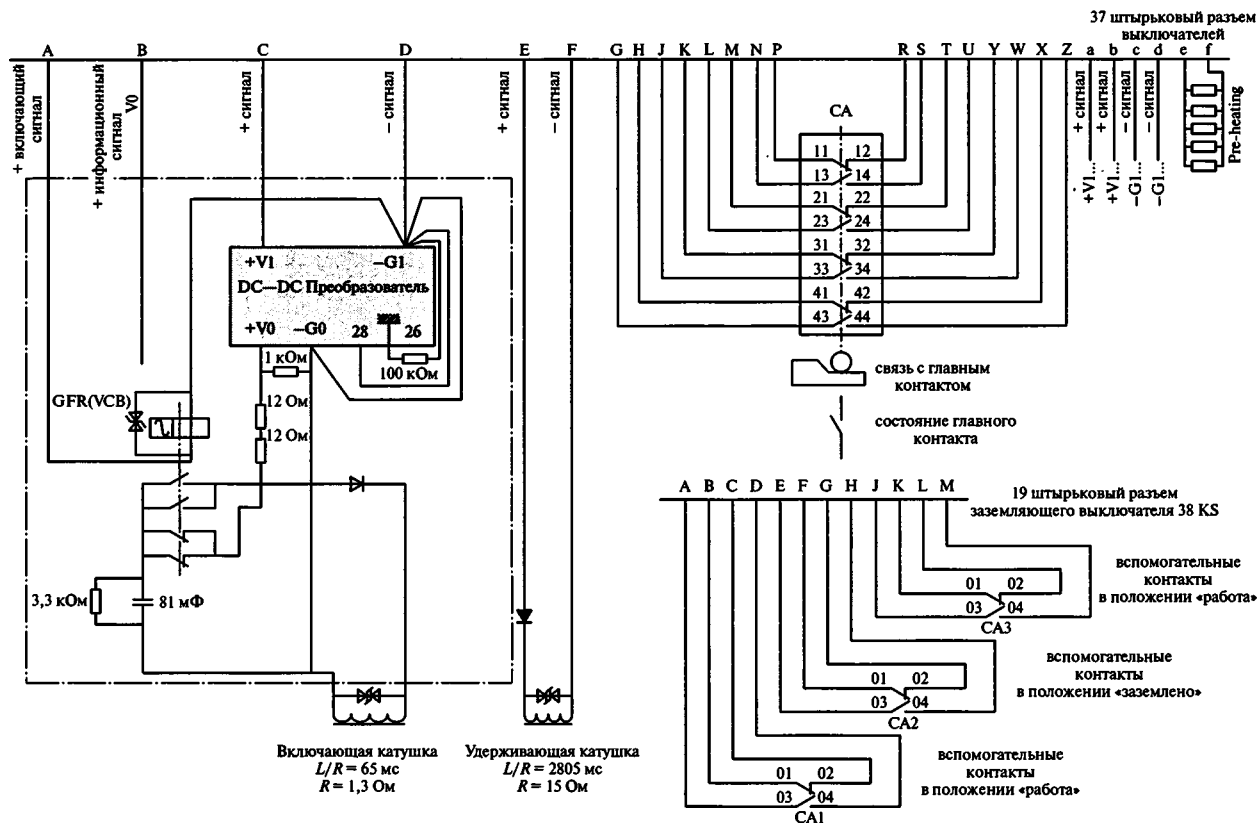


Рис. 2.25. Схема электрическая принципиальная вакуумного выключателя

*Устройство многофункционального устройства С4F.* Многофункциональное устройство (рис. 2.24) состоит из ограничителя перенапряжений 1, заземляющего переключателя 2, вакуумного выключателя 3 и ферритового филтра 4.

Схема электрическая принципиальная вакуумного выключателя приведена на рис. 2.25.

### 2.4.1.3. Быстродействующий выключатель ARC 3035

Быстродействующий выключатель ARC 3035 — однополюсный, неполяризованный с электромагнитным управлением и естественным охлаждением, предназначен для защиты оборудования электровагона при работе от контактной сети постоянного тока.

Технические характеристики быстродействующего выключателя ARC 3035 приведены в табл. 44.

Таблица 44

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	1
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	70
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50
<b>Силовая цепь</b>	
Минимальное напряжение, В	2000
Номинальное напряжение, В	3000
Максимальное напряжение, В	4100
Номинальный ток (при 25 °С/55 °С), А	3500/3200
Номинальный ток отключения (при $\tau = 15\text{мс}$ ), кА	35
Ток уставки, А	4000
Механический ресурс, циклов	250 000
<b>Цепь управления</b>	
Номинальное напряжение, В	110
Собственное время включения, не более, мс	100
Собственное время отключения, не более, мс	100

Наименование параметра	Значение
<b>Вспомогательные контакты</b>	
Количество, шт:	
закрывающих	4
разрывающих	6
<b>Прочее</b>	
Масса, кг	200

*Устройство быстродействующего выключателя ARS 3035.* Быстродействующий выключатель ARC 3035 (рис. 2.26) состоит из дугогасительной камеры 6, электромагнитного привода 2, главных контактов 5 и 7, цепи управления 1, вспомогательных контактов 3, возвратной пружины 4, силовых выводов 8, устройства автоматического отключения 9.

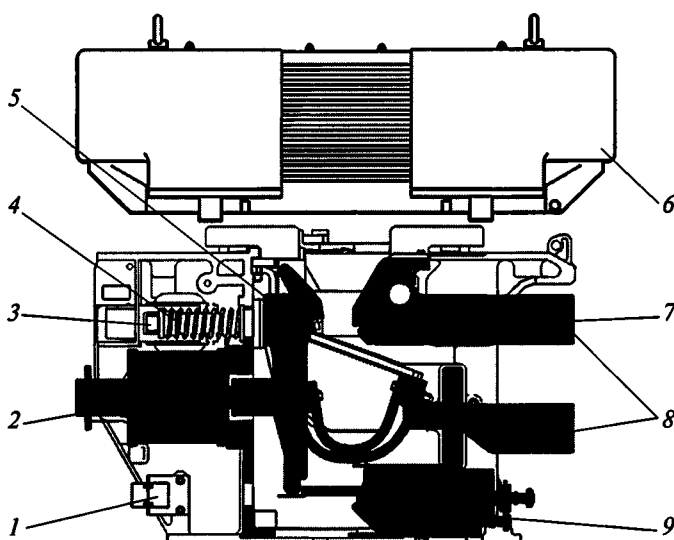


Рис. 2.26. Быстродействующий выключатель ARC 3035:

1 — цепи управления; 2 — электромагнитный привод; 3 — вспомогательные контакты; 4 — возвратная пружина; 5 — главный (силовой подвижный) контакт; 6 — дугогасительная камера; 7 — главный (силовой неподвижный) контакт; 8 — силовые выводы; 9 — устройство автоматического отключения



### 2.4.1.4. Разъединители крышечные ножевого типа OSAD30, 1OSAD26

Разъединитель-заземлитель OSAD30 предназначен для переключения между системами переменного и постоянного тока без токовой нагрузки.

Разъединитель крышечной 1OSAD26 предназначен для отключения неисправного токоприемника без токовой нагрузки.

Технические характеристики разъединителей крышечных ножевого типа OSAD30, 1OSAD26 приведены в табл. 45.

Таблица 45

Наименование параметра	Значение	
	OSAD30	1OSAD26
Условия эксплуатации		
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У	
Категория размещения по ГОСТ15150—69: для части, находящейся вне кузова для части, находящейся в кузове	1 2	
Группа механического исполнения по ГОСТ 17516.1—90	M25	
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	60	
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	−50	
Степень защиты по ГОСТ 14254—96	IP00	
Режим работ	Продолжительный	
Главная цепь		
Род тока	Постоянный	Постоянный, переменный
Номинальное напряжение, В: постоянного тока переменного тока	3000 —	3000 25 000
Номинальный ток, А: постоянный переменный	3200 —	3200 750

Наименование параметра	Значение	
	OSAD30	1OSAD26
Количество контактов, шт.: переключающих размыкающих	1 —	— 1
Максимальное рабочее напряжение на контактах, В: постоянного тока переменного тока	4000 —	4000 31 000
Номинальное напряжение изоляции, В	25000	
Воздушный зазор, не менее, мм	270	
Длина пути утечки внешней изоляции, мм	905	
Испытательное напряжение, кВ (50 Гц, 1 мин)	75	
Импульсное испытательное напряжение 1,2/50 мкс, кВ	170	
Вспомогательные контакты		
Род тока	Постоянный	
Номинальное напряжение, В	110	
Диапазон изменения коммутируемого напряжения, В	От 77 до 137,5	
Максимальный термический ток, А	10	
Минимальный ток через контакты, А	0,005	0,01
Отключаемый ток (τ = 15 мс), А	2	
Количество контактов, шт: замыкающих размыкающих	5 5	2 2
Цепь управления		
Привод	Электрический	
Род тока	Постоянный	
Номинальное напряжение, В	110	
Номинальный ток, А	1,2	
Пусковой ток, А	10±10 %	

Наименование параметра	Значение	
	OSAD30	IOSAD26
Диапазон напряжений срабатывания, В	От 77 до 137,5	
Коммутационное перенапряжение в течение 5 мс, В	Не более 500	
Номинальная мощность, Вт	132	
Время включения (выключения), не более, с	2	3
Прочее		
Габаритные размеры, мм	840×575×604	650×447×597
Масса, кг	60	

*Устройство разъединителей крышевых ножевого типа OSAD30, IOSAD26.* Силовая цепь разъединителей (рис. 2.27, 2.28) состоит из контактного ножа 5 (подвижный контакт) и зажимного контакта 6 (неподвижный контакт). Контактный нож и зажимной контакт имеют отверстия для подключения проводников тока. Устрой-

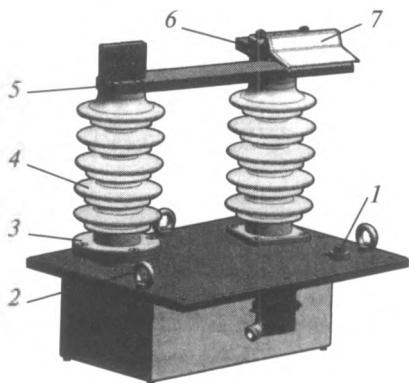


Рис. 2.27. Разъединитель крышевой IOSAD26:

1 — болт заземления; 2 — подъемные петли; 3 — поворотная опора; 4 — изолятор; 5 — нож контактный (подвижный); 6 — зажимной контакт (неподвижный); 7 — защитная крышка

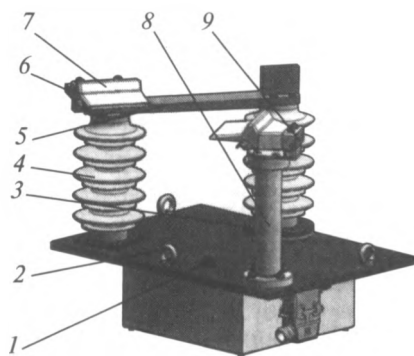


Рис. 2.28. Разъединитель-заземлитель OSAD30:

1 — болт заземления; 2 — подъемные петли; 3 — поворотная опора; 4 — изолятор; 5 — нож контактный (подвижный); 6, 9 — зажимные контакты (неподвижные); 7 — защитная крышка; 8 — токопроводящая опора

ство неподвижного контакта состоит из трех и шести пальцевых контактов, количество контактов на позицию определяет номинал тока.

#### 2.4.1.5. Высоковольтные контакторы и разъединители

##### *Контактор LTE 4-400*

Контактор LTE 4-400 предназначен для коммутации цепей отопления постоянного и переменного тока.

Технические характеристики контактора LTE 4-400 приведены в табл. 46.

*Таблица 46*

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	2
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	60
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50
Установка	На горизонтальной поверхности
<b>Главная цепь</b>	
Род тока	Переменный, частоты 50 Гц; постоянный
Номинальное напряжение, В	3000
Максимальное напряжение на контактах, В	4000
Номинальный ток, А	400
Количество замыкающих контактов	1
<b>Вспомогательная цепь</b>	
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Отключаемый ток, А ( $\tau = 15$ мс)	2
Номинальный ток, А	10
Минимальный ток, А	0,01

Наименование параметра	Значение
Количество контактов: замыкающих	2
размыкающих	2
<b>Цепь управления</b>	
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Диапазон рабочего напряжения	От $0,7 U_n$ до $1,25 U_n$
Потребляемая мощность включения, Вт/с	300/0,09
Габаритные размеры, мм	428×85×394
Масса, кг	13,3

*Устройство и работа контактора LTE 4-400.* Контактор LTE 4-400 — однополюсный представляет собой воздушный выключатель с механизмом гашения дуги. Замыкание и размыкание силовых контактов производится с помощью электромагнитного привода. Внешний вид контактора показан на рис. 2.29. Провода силовой цепи подключаются к выводам 1, главные контакты и элемен-

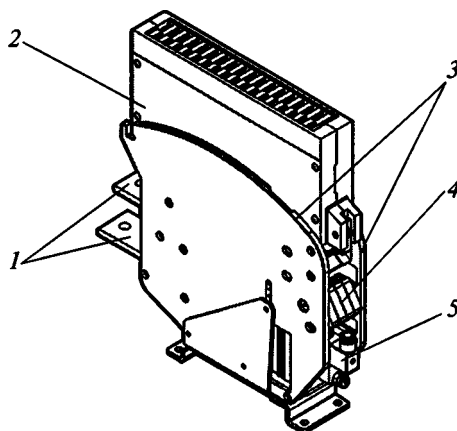


Рис. 2.29. Контактор LTE 4-400:

- 1 — выводы силовые; 2 — дугогасительная камера; 3 — боковины;  
4 — вспомогательные контакты; 5 — выводы цепей управления

ты привода закрыты с обеих сторон боковинами 3. Провода цепей управления подключаются к выводам 5 катушки управления электромагнитного привода. Гашение дуги осуществляется в дугогасительной камере 2. Для сообщения системе мониторинга локомотива о состоянии главных контактов контактор снабжен вспомогательными контактами 4. При подаче напряжения на управляющую катушку электромагнит привода срабатывает и перемещает подвижный контакт, замыкая силовую цепь. После снятия напряжения с катушки управления цепь размыкается.

**Разъединитель XMS 40.08 010 110 20A**

Разъединитель XMS 40.08 010 110 20A предназначен для коммутации цепей отопления.

Технические характеристики разъединителя XMS 40.08 0101 1020A приведены в табл. 47.

*Таблица 47*

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	2
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	60
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50
<b>Главная цепь</b>	
Номинальный ток, А	800
Номинальное напряжение, В	3000
Максимальное рабочее напряжение на контактах, В	4000
Максимальный разрываемый ток при 4000 В, мА	100
Максимальный ток при включении при 100 В, А	10
Минимальная механическая износостойкость, циклов	125 000
Число полюсов	1
<b>Цепь управления</b>	
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110

Наименование параметра	Значение
Потребляемая мощность, Вт/с	365/0,5
<b>Вспомогательная цепь</b>	
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Номинальный ток, А	10
Отключаемый ток, А ( $\tau = 15$ мс)	2
Минимальный ток через контакты, А	0,01

*Устройство и работа разъединителя XMS 40.08 010 110 20А.* Разъединитель XMS 40.08 010 110 20А (рис. 2.30) состоит из корпуса 1, главных выводов 5, зажима низкого напряжения 2, вывода заземления 3, установочных уголков 4.

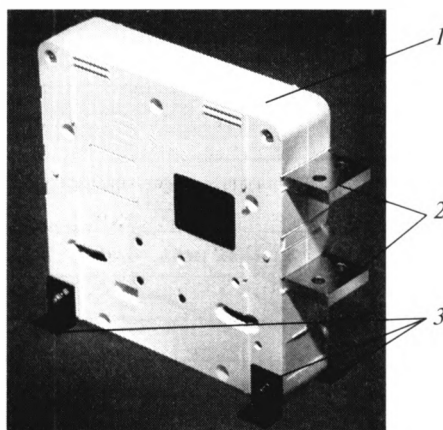


Рис. 2.30. Общий вид разъединителя XMS 40.08 010 110 20А:  
1 — корпус; 2 — установочные уголки; 3 — силовые выводы

В корпусе разъединителя расположен электромагнит 6 (рис. 2.31), шток 11, рычаг 7, ось 5, подвижный контакт 3, фиксатор 8, имеющий с обратной стороны пазы для блокировки рычага 7, вспомогательный кулачок 1, вспомогательные контакты 9, контактная пружина 10, неподвижный контакт 4, возвратная пружина 2.

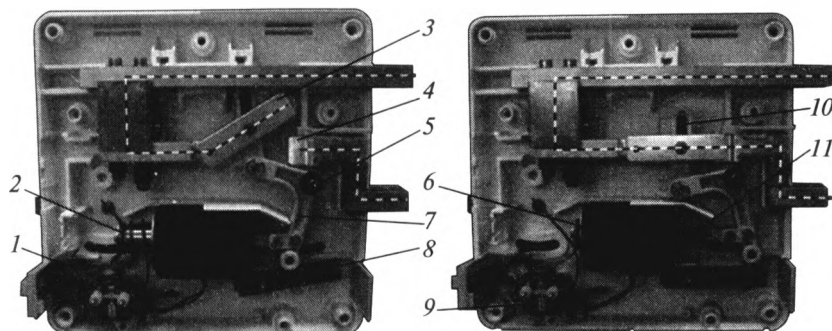


Рис. 2.31. Устройство разъединителя XMS 40.08 010 110 20А:  
 1 — вспомогательный кулачок; 2 — возвратная пружина; 3 — подвижный контакт; 4 — неподвижный контакт; 5 — ось; 6 — электромагнит; 7 — рычаг; 8 — фиксатор; 9 — вспомогательные контакты; 10 — контактная пружина; 11 — шток

### **Контакты электромагнитные LC1-D386FD, LC1-D50A6FD, LC1-F150**

Контакты LC1-D386FD предназначены:

- для включения вентиляторов тяговых двигателей;
- включения вентиляторов блоков тормозных резисторов;
- включения блоков охлаждения;
- включения маслососов тягового трансформатора;
- включения жидкостных насосов блоков охлаждения;
- включения вентиляторов надува кузова.

Контакт LC1-D50A6FD предназначен для включения БПЦУ (блока питания цепей управления).

Контакт LC1-F150 предназначен для включения компрессора.

Технические характеристики контактов электромагнитных LC1-D386FD, LC1-D50A6FD, LC1-F150 представлены в табл. 48.

Таблица 48

Наименование параметра	Значение		
	LC1-D386 FD	LC1-D50A6FD	LC1-F150
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	60		
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	-50		



Наименование параметра	Значение		
	LC1-D386 FD	LC1-D50A6FD	LC1-F150
Главная цепь			
Род тока	Переменный		
Номинальное напряжение, В	380		
Номинальный ток, А	38	50	150
Вспомогательная цепь			
Род тока	Постоянный		
Номинальное напряжение, В	110		
Номинальный ток, А	10		
Отключаемый ток, А (τ = 15 мс)	2		
Минимальный ток через контакты, А	0,01		
Количество контактов: замыкающих	1		
размыкающих	1		
Цепь управления			
Род тока	Постоянный		
Номинальное напряжение, В	110		
Прочее			
Габариты, мм	85×45×85	120×55×122	132×120×158
Масса, кг	0,380	0,855	2,500

Устройство электромагнитных контакторов LC1-D386FD, LC1-D50A6FD и LC1-F150. Контактторы LC1-D386FD, LC1-D50A6FD и LC1-F150 (рис. 2.32 и 2.33) представляют собой трехполюсные контакторы переменного тока.

Присоединение внешних проводов производится по технологии EverLink (рис. 2.34). Особенностью этой конструкции является эффект подпружинивания, который оказывается на присоединения проводника, что позволяет поддерживать постоянное давление на кабель.

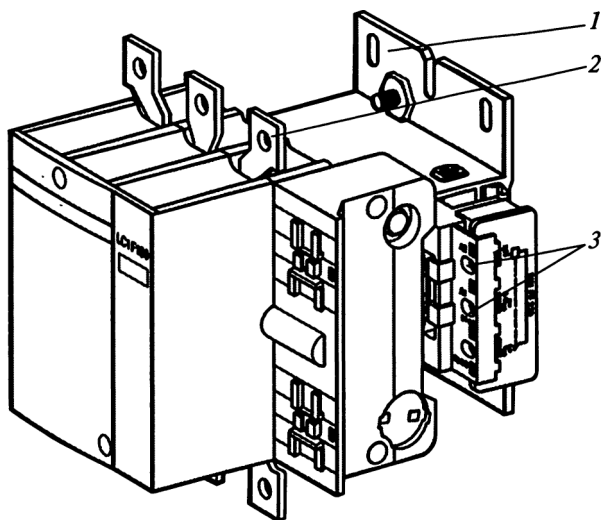


Рис. 2.32. Контактор LC1-F150:

1 — скобы крепления; 2 — выводы силовые; 3 — выводы цепей управления

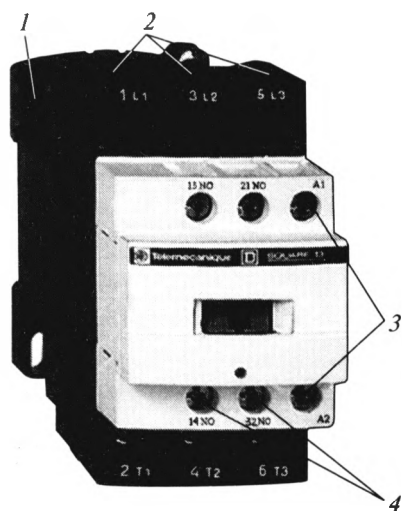


Рис. 2.33. Контактор LC1-D386FD:

1 — скобы крепления; 2 — выводы силовые; 3 — выводы цепей управления; 4 — вспомогательные контакты

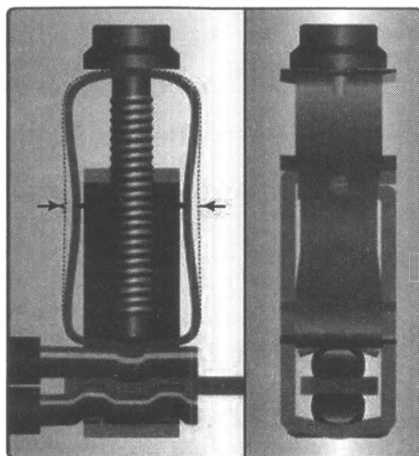


Рис. 2.34. Способ присоединения по технологии EverLink

**Трехполюсные тепловые реле серии LRD (LRD 086; LRD 106; LRD 126; LRD 226 — работают в паре с контакторами LC1-D386FD; LRD 3406 — работает в паре с контактором LC1-50A6FD)**

Трехполюсные тепловые реле серии LRD (рис. 2.35) предназначены для защиты цепей переменного тока и двигателей от перегрузки, исчезновения фазы, затянутого пуска и заклинивания ротора асинхронного электродвигателя.

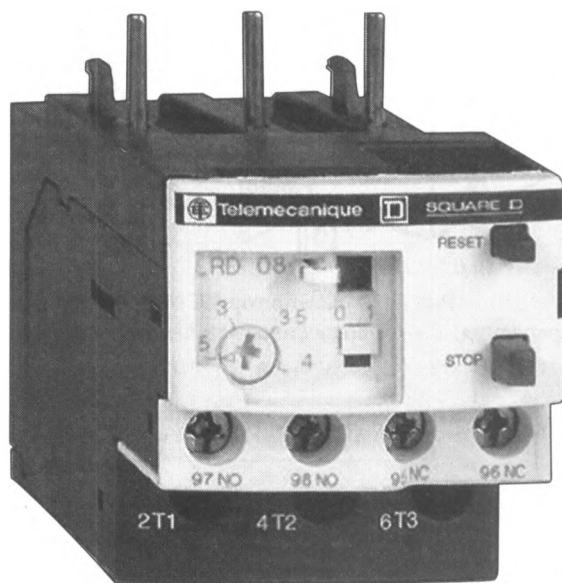


Рис. 2.35. Тепловые реле серии LRD

Диапазон токовых уставок тепловых реле серии LRD, А:

- LRD 086 2,5—4;
- LRD 106 4—6;
- LRD 126 5,5—8;
- LRD 226 16—24;
- LRD 3406 25—40.

*Устройство тепловых реле серии LRD.* Трехполюсные тепловые реле серии LRD представляют собой стандартные тепловые реле закрытого исполнения производства компании Schneider Electric.

Реле устанавливается на корпусе контактора соответствующего типа.

Если значение тока в цепи достигло  $(1,14 \pm 0,06) I_n$  или произошла асимметрия фаз в размере 30 % от  $I_n$  по одной фазе при условии, что по остальным фазам протекает номинальный ток, происходит срабатывание реле — силовая цепь размыкается. Одновременно замыкаются вспомогательные контакты 97NO-98NO и размыкаются контакты 95NC-96NC. Для ручного возврата реле в рабочее состояние необходимо нажать кнопку «RESET» (возврат). На лицевой стороне реле расположен переключатель выбора режимов ручного или автоматического возврата. Кнопка «TEST» служит для имитации срабатывания реле, при нажатии которой изменяют положение размыкающие и замыкающие вспомогательные контакты. При нажатии кнопки «STOP» изменяется только состояние замыкающего контакта. Изменение уставки срабатывания реле производится путем вращения специального регулятора, расположенного на лицевой панели под защитной крышкой.

#### **Переключатель LTHMD 800-3P CO**

Переключатель LTHMD 800-3P CO предназначен для переключения цепей питания одного тягового двигателя от тягового преобразователя к подкузовным розеткам питания при вводе электровоза в депо.

Технические характеристики переключателя LTHMD 800-3P CO представлены в табл. 49.

*Таблица 49*

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	2
Степень защиты по ГОСТ 14254—96	IP40
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	+75
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50
Механическая износостойкость, срабатываний	20 000
<b>Главная цепь</b>	
Род тока	Переменный, частотой 50 Гц; постоянный

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, В	3000
Максимальное напряжение на контактах, В	4800
Номинальный ток, А	800
Количество замыкающих контактов, шт.	3
Воздушный зазор между разомкнутыми главными контактами, мм	$\pm 35$
Управление	Электродвигатель мощностью менее 100 Вт
<b>Вспомогательная цепь</b>	
Род тока	Переменный, постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Номинальный ток, А	10
Отключаемый ток, А ( $\tau = 15$ мс)	2
Минимальный ток через контакты, А	0,05
Количество контактов: замыкающих размыкающих	2 2
Механическая износостойкость, срабатываний	$10 \cdot 10^6$
<b>Цепь управления</b>	
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Диапазон рабочего напряжения, В	От $0,7 U_n$ до $1,5 U_n$
Потребляемая мощность выключателя, Вт/с	300 (до 4 с)
Габаритные размеры, мм	$560 \times 366 \times 243$
Масса, кг	22

Устройство и работа переключателя LTHMD 800-3P CO. Внешний вид переключателя показан на рис. 2.36. Переключатель может устанавливаться как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. При монтаже необходимо соблюдать зазоры между элементами

переключателя и близлежащими поверхностями для обеспечения вентиляционного пространства. Переключатель LTHMD 800-3P CO состоит из электродвигателя с валом, трех главных контактов с выводами 7, установленными между изоляционными боковинами 6 и монтажным основанием 5. На валу привода 3 расположены две кулачковые шайбы 2, переключающие четыре вспомогательных контакта 1.

На изоляционной перегородке закреплен разъем 4 цепи управления.

Замыкание и размыкание главных контактов с одновременным переключением вспомогательных контактов обеспечивается вращением вала электродвигателя постоянного тока. Направление переключения главной цепи (замыкание или размыкание) определяется полярностью питающего напряжения, подводимого к электродвигателю через разъем 4.

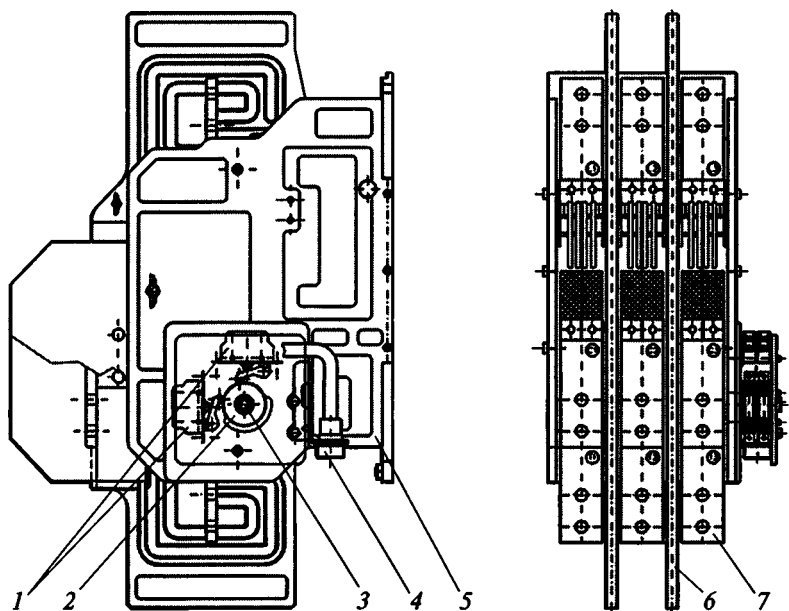


Рис. 2.36. Переключатель LTHMD 800-3P CO:

1 — вспомогательные контакты; 2 — кулачковые шайбы; 3 — вал привода; 4 — выводы цепей управления; 5 — монтажное основание; 6 — изоляционные боковины; 7 — выводы силовые

## 2.4.2. Средства защиты и снятия нагрузки

### 2.4.2.1. Устройство защиты от перегрузки по напряжению и частоте TF1-PP/T3

Измерительный трансформатор TF1-PP/T3 предназначен для измерения напряжения переменного тока на токоприемнике электровоза. Считывающий трансформатор TF1-PP/T3 устанавливается на крыше электровоза (рис. 2.37) и измеряет напряжение переменного тока частотой 50 Гц на токоприемнике в электрической цепи электровоза ЭП20. Трансформатор преобразует высокое напряжение на токоприемнике в низкое напряжение на вторичной обмотке, которое измеряется электронными устройствами электровоза.

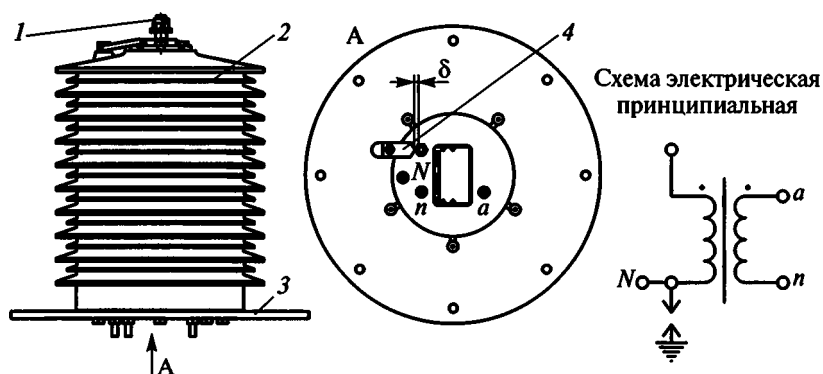


Рис. 2.37. Измерительный трансформатор TF1-PP/T3:

1 — высоковольтный вывод; 2 — изолятор; 3 — металлическое основание; 4 — разрядник

Технические характеристики измерительного трансформатора TF1-PP/T3 приведены в табл. 50.

*Устройство и работа измерительного трансформатора TF1-PP/T3.* Измерительный трансформатор TF1-PP/T3 (см. рис. 2.37) представляет собой неразборную конструкцию, состоящую из изолятора 2, внутри которого находится трансформатор напряжения с элегазовой изоляцией.

Высоковольтный вывод 1 первичной обмотки, обозначенный как «А», расположен в керамическом изоляторе и имеет болт М14 для подсоединения внешнего монтажа контактной сети 25 кВ.

Таблица 50

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	25
Напряжение изоляции, кВ	36
Номинальное напряжение вторичной обмотки, В	100
Номинальная мощность, В·А	20
Класс точности	0,5
Максимальная мощность нагрузки, В·А	300
Номинальная частота, Гц	50
Класс нагревостойкости изоляции по IEC 60085	A
Рабочее положение	Вертикальное
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Габаритные размеры, (наружный диаметр×высота), мм	445×450
Масса, кг	59

Для установки на электровозе в конструкции трансформатора имеется металлическое основание 3 в виде фланца диаметром 445 мм с восемью отверстиями для крепления диаметром 11 мм.

#### **2.4.2.2. Устройство защиты от перегрузки по переменному току СТ TFI-QLM2**

Устройство защиты от перегрузки по переменному току СТ TFI-QLM2 предназначено для обеспечения срабатывания защитного реле при достижении тока в цепи токоприемника электровоза выше предельного значения.

Трансформатор тока СТ TFI-QLM2 (рис. 2.38) предназначен для работы с номинальным напряжением контактной сети переменного тока напряжением 25 кВ, частотой 50 Гц. Предназначен для получения данных о токе, протекающем в первичной обмотке тягового трансформатора, с обеспечением гальванической развязки между силовым и измерительным контурами.

Этот трансформатор тока устанавливается на соединительном кабеле, одетом на главном вводе высокого напряжения (ВН) тяго-



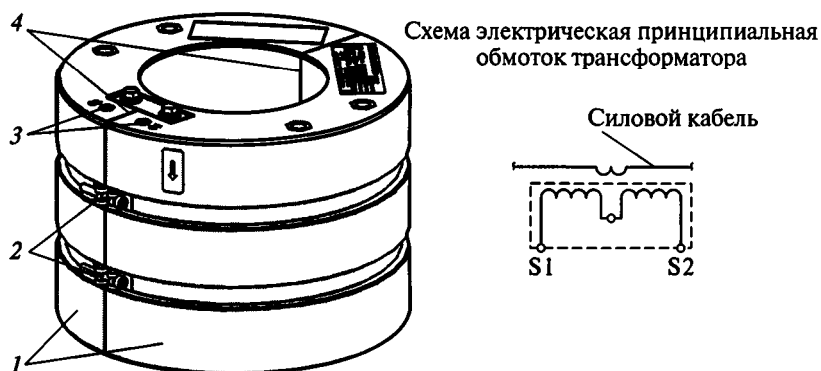


Рис. 2.38. Трансформатор тока TFI-QLM:

1 — разъединяемые половины; 2 — хомуты; 3 — контактные соединения;  
4 — центрирующие выступы по линии разъема

вого трансформатора, при этом изолированный кабель проходит через трансформатор тока. Одетый на кабель ВН трансформатор тока (рис. 2.39) крепится на двух кронштейнах лицевой панели тягового трансформатора. Трансформатор имеет ограничитель напряжения, для защиты оборудования в случае непреднамеренного замыкания вторичной обмотки тягового трансформатора.

Технические характеристики трансформатора СТ TFI-QLM2 приведены в табл. 51.

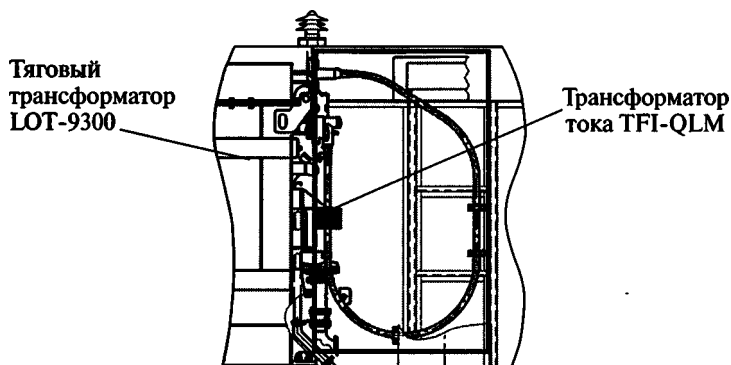


Рис. 2.39. Крепление трансформатора тока TFI-QLM на тяговом трансформаторе

Таблица 51

Наименование параметра	Значение
Номинальный ток первичной обмотки при частоте 50 Гц, А	320
Коэффициент трансформации	1:100
Номинальная мощность, В·А	10
Класс точности в соответствии с СЕI 60310	5P8
Масса, кг	10

*Устройство и работа трансформатора тока СТ TFI-QLM2.* Устройство защиты от перегрузки по переменному току СТ TFI-QLM2 (см. рис. 2.38) представляет собой тороидальный трансформатор тока (далее — трансформатор), первичной обмоткой которого является электрический кабель силового монтажа, располагаемый в окне трансформатора. Трансформатор состоит из двух разъединяемых половин 1, стягиваемых хомутами 2 и имеющих два центрирующих выступа по линии разъема 4.

#### 2.4.2.3. Устройства защиты от перенапряжений

На электровозе применены ограничители перенапряжений типов ОПН 25М УХЛ1, ОПН-3,3 Э УХЛ1, ОПН-II-3 УХЛ2 производства ОАО «Элвар».

Ограничители перенапряжений ОПН-3,3 Э УХЛ1 и ОПН-II-3 УХЛ2 имеют одинаковую конструкцию (см. рис. 2.41).

##### ***Ограничитель перенапряжений типа ОПН-25М УХЛ1***

Ограничитель перенапряжений нелинейный ОПН 25М УХЛ1 предназначен для защиты электрооборудования электровоза переменного тока частотой 50 Гц с номинальным напряжением 25 кВ от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Ограничитель рассчитан для работы на открытом воздухе.

Технические характеристики ограничителя перенапряжений ОПН 25М УХЛ1 приведены в табл. 52.

*Устройство и работа ограничителя перенапряжений ОПН 25М УХЛ1.* Ограничитель перенапряжений ОПН-25М УХЛ1 (рис. 2.40) представляет собой защитный аппарат, содержащий последовательно соединенные оксидно-цинковые высоконелинейные резисторы, заключенные в герметизированную покрывку.

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	25
Наибольшее рабочее напряжение, кВ (действ.)	29
Остающееся напряжение во всем диапазоне рабочих температур и в течение всего срока службы при импульсном токе с длительностью фронта волны 8 мкс и амплитудой: 1000 А, не более, кВ 10 000 А, не более, кВ	76 85
Пропускная способность ограничителя должна быть достаточной, чтобы выдерживать без повреждений каждое из следующих воздействий, А: 20 импульсов тока 1,2/2,5 мс амплитудой 20 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 300 импульсов тока 8/20 мкс амплитудой 100 000 импульсов тока длительностью волны 0,8 мс с амплитудой	400 10 000 1000 20
Масса, кг	29±3
Материал корпуса	Фарфор
Срок службы, лет	15

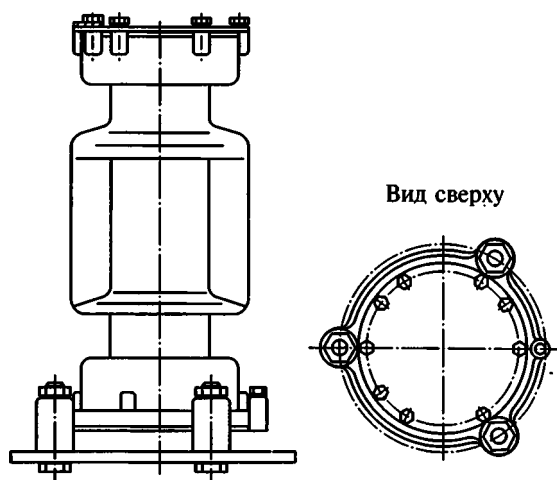


Рис. 2.40. Ограничитель перенапряжений ОПН-25М УХЛ1

Ограничитель снабжен предохранительным устройством, обеспечивающим взрывобезопасность аппарата при значениях периодической составляющей тока короткого замыкания  $16^{+4}$  кА длительностью  $(0,2 \pm 0,02)$  с и  $2_{-0,2}^{+0,4}$  длительностью  $(1 \pm 0,1)$  с.

### **Ограничитель перенапряжений ОПН-3,3 Э УХЛ1**

Ограничитель перенапряжений ОПН-3,3 Э УХЛ1 предназначен для защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений электрооборудования электроподвижного состава постоянного тока номинальным напряжением 3 кВ. Ограничитель рассчитан для работы на открытом воздухе.

Технические характеристики ограничителя перенапряжений ОПН-3,3 Э УХЛ1 приведены в табл. 53.

*Таблица 53*

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	3,3
Наибольшее рабочее напряжение ( $U_{\max}$ ), кВ	4,0
Напряжение на ограничителе, допустимое в течение 10 мс, кВ	6,0
Остающееся напряжение на ограничителе во всем диапазоне рабочих температур и в течение всего срока службы при импульсном токе 8/20 мкс с амплитудой 1500 А, не более, кВ	8,0
Пропускная способность ограничителя (способность выдерживать без повреждений) при воздействии коммутационных перенапряжений с треугольными импульсами тока амплитудой:	До 100 воздействий  10 воздействий 80 воздействий 10 воздействий
а) от 350 до 2500 А при длительности (по основанию) до 2,0 мс	
от 350 до 1000 А длительностью от 2,5 до 5,0 мс	
от 1001 до 2000 А длительностью от 5,0 до 8,0 мс	
от 2001 до 2500 А длительностью от 8,0 до 9,0 мс	10 воздействий
б) 5000 А импульсов тока 8/20 мкс	500 воздействий
в) 100 кА импульса тока 4/10 мкс	2 воздействия
Масса, кг	$25 \pm 2$
Материал корпуса	Фарфор
Срок службы, лет	15

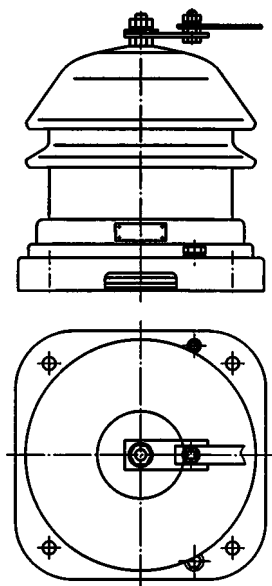


Рис. 2.41. Ограничители перенапряжений ОПН-II-3 УХЛ2 и ОПН-3,3 Э УХЛ1

*Устройство и работа ограничителя перенапряжений ОПН-3,3 Э УХЛ1.* Ограничитель ОПН-3,3 Э УХЛ1 (см. рис. 2.41) представляет собой защитный аппарат опорного исполнения, содержащий последовательно-параллельно соединенные оксидно-цинковые высоко-нелинейные резисторы, заключенные в герметизированную покрывку.

Защитные характеристики ОПН нормируются остающимися напряжениями: для грозовых перенапряжений при импульсе тока  $8/20$ , для коммутационных перенапряжений — при треугольном импульсе тока.

Ограничитель снабжен предохранительным устройством для сброса давления в случае внутреннего повреждения аппарата. Взрывобезопасность аппарата обеспечивается при следующих параметрах:

а) ударной составляющей тока короткого замыкания  $(10 \pm 2)$  кА и действующем значении периодической составляющей  $(4 \pm 0,3)$  кА длительностью  $(0,2 \pm 0,02)$  с;

б) периодической составляющей тока короткого замыкания  $2^{+0,4}_{-0,2}$  длительностью  $(1 \pm 0,1)$  с или  $(800 \pm 80)$  А длительностью не менее 2 с.

Ограничитель должен иметь зажимы для присоединения к токоведущему и заземляющему проводникам. Контактные поверхности зажимов должны иметь гальваническое покрытие.

#### ***Ограничитель перенапряжений ОПН-II-3 УХЛ2***

Ограничитель перенапряжений ОПН-II-3 УХЛ2 предназначен для защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений электрооборудования пассажирских вагонов при подключении его

к отопительной обмотке тягового трансформатора электровозов переменного тока.

Технические характеристики ограничителя перенапряжений ОПН-II-3 УХЛ2 приведены в табл. 54.

Таблица 54

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	3
Наибольшее рабочее напряжение, кВ (действ.)	3,8
Расчетный ток — треугольная волна тока при длительности (по основанию треугольника) 2 мс амплитудой, А	2500
Остающееся напряжение при протекании расчетного тока, не более, кВ	9,5
Пропускная способность ограничителя (способность выдерживать без повреждений) при воздействии коммутационных перенапряжений с треугольными импульсами тока амплитудой: а) до 2000 А при длительности (по основанию) до 2,0 мс; от 600 до 1000 А длительностью от 1,0 до 1,5 мс от 1001 до 2000 А длительностью от 1,5 до 2,0 мс	До 20 воздействий 10 воздействий 10 воздействий
б) 1000 А двух протекающих с интервалом 1000 мкс волн с длительностью фронта 125 мкс и длительностью импульса 250 мкс	40 воздействий
в) 50 А длительностью 0,5 мс	1000 воздействий
Масса, кг	21±2
Материал корпуса	Фарфор
Срок службы, лет	15

*Устройство и работа ограничителя перенапряжений ОПН-II-3 УХЛ2.* Ограничитель ОПН-II-3 УХЛ2 (см. рис. 2.41) представляет собой защитный аппарат, который состоит из высоконелинейных резисторов, заключенных в фарфоровую герметизированную покрышку.

Защитное действие ограничителя обусловлено тем, что при появлении опасного для оборудования перенапряжения, вследствие высокой нелинейности резисторов, через ограничитель протекает значительный импульсный ток, в результате чего величина пере-

напряжения снижается до уровня безопасного для изоляции защитного оборудования.

Ограничитель снабжен предохранительным устройством, обеспечивающим взрывобезопасность аппарата при:

а) ударной составляющей тока короткого замыкания ( $10 \pm 0,2$ ) кА и действующем значении периодической составляющей ( $4 \pm 0,3$ ) кА длительностью ( $0,2 \pm 0,02$ ) с;

б) периодической составляющей тока короткого замыкания действующего значения  $2^{+0,4}_{-0,2}$  длительностью ( $1 \pm 0,1$ ) с или ( $800 \pm 80$ ) А не менее 2 с.

Ограничитель имеет зажимы для присоединения к токоведущему и заземляющему проводникам. Контактные поверхности зажимов имеют гальваническое покрытие.

Более подробная информация о значениях напряжений и токовых значениях (уставок) всех средств защиты и снятия нагрузки электровоза ЭП20, а также блокирующих и подавляющих функций при этом системы управления оборудованием электровоза приведена в Приложении 11.

### **2.4.3. Аппараты цепей управления**

#### **2.4.3.1. Электромагнитные контакторы**

##### ***Контакторы электромагнитные C163C/110 EV-R1, C164C/110 EV-R1***

Контакторы электромагнитные C163C, C164C предназначены для:

- включения катушки быстродействующего выключателя;
- включения кондиционера;
- включения источника питания электропневматического тормоза.

Технические характеристики контакторов электромагнитных C163C, C164C приведены в табл. 55.

*Устройство и работа.* Контакторы C164C, C163C имеют однополюсное исполнение. Конструктивно состоят (рис. 2.42) из пластмассового корпуса 1, катушки 8, намотанной на корпус, скобы магнитопровода 2, крышки 3, якоря, контактной системы и отключающей пружины, размещенной внутри сердечника катушки. В верхней части корпуса с двух сторон расположены два магнита 4 круглой формы.

Наименование параметра	Значение	
	C163C	C164C
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	60	
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	-50	
Главная цепь		
Род тока	Постоянный	
Номинальный ток, А	80	140
Номинальное напряжение, В	110	
Расчетное напряжение изоляции, В	160	
Количество контактов: замыкающих	1	
Цепь управления		
Род тока	Постоянный	
Напряжение катушки, В	110	
Потребляемая мощность катушки, Вт	12	
Механическая износостойкость, циклов	3 000 000	
Габариты, мм	70×46×95	70×55×123
Масса, кг	0,6	0,960

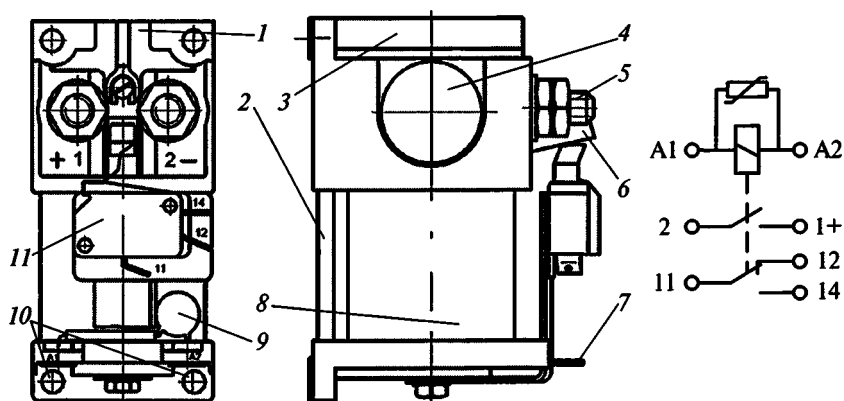


Рис. 2.42. Контактор C163C/110 EV-R1 (C164C/110 EV-R1):

1 — корпус; 2 — скоба магнитопровода; 3 — крышка; 4 — магнит; 5 — неподвижные контакты-выводы; 6 — траверса; 7 — выводы катушки; 8 — катушка; 9 — защитная цепочка; 10 — отверстия; 11 — вспомогательные контакты



### **Контактор электромагнитный С163Н/110 EV-R1**

Контактор электромагнитный С163Н предназначен для:

- включения разъединителя токоприемника;
- включения переключателя рода тока.

Технические характеристики контактора электромагнитного С163Н приведены в табл. 56.

*Таблица 56*

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	2
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	60
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Максимальное напряжение изоляции, В	160
Номинальный ток, А	140
Номинальное напряжение катушки, В	110
Количество контактов: закрывающих размыкающих	 1 1
Механическая износостойкость, циклов	3 000 000
Габаритные размеры, мм	70×46×120
Масса, кг	0,680

*Устройство и работа.* Контактор С163Н имеет двухконтактное исполнение. Контакты — один замыкающий (без системы дугогашения), один замыкающий (имеет систему дугогашения). Состоит (рис. 2.43) из пластмассового корпуса 1, катушки 7, намотанной на корпус, скобы магнитопровода 8, якоря, контактной системы, крышки 4 и отключающей пружины, размещенной внутри сердечника катушки. В верхней части корпуса с двух сторон расположены два магнита 3 круглой формы для замыкающего контакта.

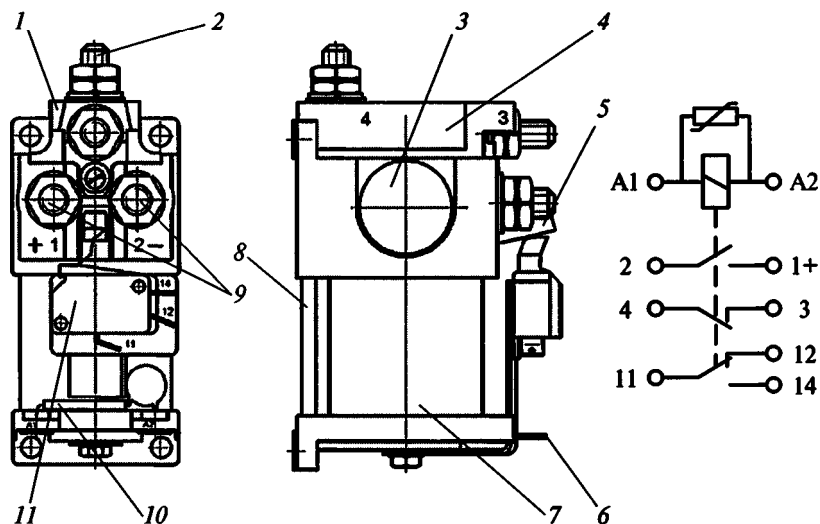


Рис. 2.43. Контактор C163H/110 EV-R1:

1 — корпус; 2 — выводы размыкающих контактов; 3 — магнит; 4 — крышка; 5 — траверса; 6 — выводы катушки; 7 — катушка; 8 — скоба магнитопровода; 9 — выводы замыкающих контактов; 10 — защитная цепочка; 11 — вспомогательные контакты

При подаче напряжения на катушку якорь притягивается, цепь главных контактов переключается: контакт 1-2 замыкается, контакт 3-4 размыкается. При снятии напряжения питания контакты переключаются в исходное положение.

Для информирования системы управления электровозом о состоянии контактора в его конструкции предусмотрены вспомогательные контакты 11.

#### 2.4.3.2. Переключатели кулачковые серии GN

Переключатели кулачковые GN12-L144-U15 предназначены для коммутации цепей управления электровоза.

Технические характеристики переключателей кулачковых серии GN приведены в табл. 57.

*Устройство и работа переключателей кулачковых серии GN.* Внешний вид переключателя серии GN показан на рис. 2.44. Переключатели калибруются и пломбируются на предприятии-изготовителе и в период эксплуатации разборке не подлежат.

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	2
Группа механического исполнения по ГОСТ 17516.1—90	M25
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	60
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	–50
Номинальное напряжение изоляции, В	300
Номинальный ток, А	12
Минимальный ток при напряжении 24 В, мА	10
Коммутируемый ток при напряжении постоянного тока 110 В и постоянной времени: $T = 0,015$ с, А $T = 0$ с, А	3 5
Ток термической стойкости в течение 1 с, кА	0,2
Механическая износостойкость, циклов	$3 \times 10^6$

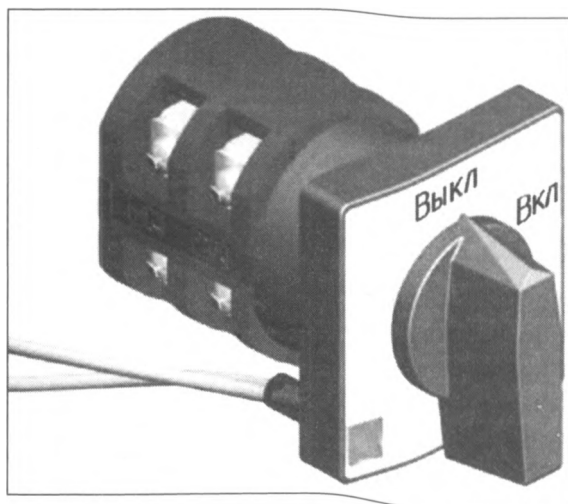


Рис. 2.44. Переключатель кулачковый серии GN

### 2.4.3.3. Релейная аппаратура

#### **Реле 5П59.22 ПТ-5-5**

Реле 5П59.22 ПТ-5-5 — многоканальное постоянного тока с двумя нормально разомкнутыми и двумя нормально замкнутыми однополярными каналами и ключом статусного сигнала предназначено для применения в системах автоматики, а также в цепях коммутации нагрузки в качестве промежуточного реле.

Технические характеристики реле 5П59.22 ПТ-5-5 приведены в табл. 58.

Таблица 58

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питания, В	от 75 до 150
Допустимое значение импульсного перенапряжения (длительность импульса не более 10 мс) в цепях управления и канале, не более, В	500
Ток потребления цепи питания без тока нагрузки ключа статусного сигнала, не более, мА	35
Открывающее напряжение постоянного тока цепи управления, В	От 55 до 150
Закрывающее напряжение цепи управления, В	От –150 до 20
Ток цепи управления, мА	От 20 до 30
Коммутируемое напряжение любого канала, В	От 10 до 500
Коммутируемый ток любого канала, А	От 0,01 до 5,0
Ток любого закрытого канала, мА, не более: при коммутируемом напряжении 150 В при коммутируемом напряжении 500 В	0,3 0,5
Время задержки открывания любого канала, не более, мс	30
Время задержки открывания любого из каналов относительно любого закрываемого канала, мс	От 3 до 5
Коммутируемое напряжение ключа статусного сигнала, В	От 75 до 150
Коммутируемый ток ключа статусного сигнала, мА	От 20 до 100
Падение напряжения на открытом канале ключа статусного сигнала в диапазоне коммутируемых токов, не более, В	8
Ток закрытого ключа статусного сигнала, не более, мА	0,3
Масса, кг	1,2
Габаритные размеры, мм	162,5×128,5×56

*Устройство и работа многоканального реле постоянного тока 5П59.22 ПТ-5-5.* Многоканальное реле постоянного тока 5П59.22 ПТ-5-5 представляет собой твердотельный бесконтактный коммутационный аппарат в герметичном корпусе. Реле в своем составе имеет:

- четыре канала с защитой по току, цепи которых изолированы друг от друга, других цепей реле и корпуса;

- цепь питающего напряжения, которая гальванически связана с цепями ключа статусного сигнала и изолирована от других цепей реле и корпуса;

- цепь управления, изолированную от других цепей реле и корпуса;

- ключ статусного сигнала с защитой от короткого замыкания цепи нагрузки ключа с порогом срабатывания в пределах от 0,12 до 0,25 А;

- светодиодную индикацию о состоянии каждого канала (при открытом канале светится, при закрытом нет) и ошибке в работе канала реле (прерывистое свечение);

- светодиодную индикацию о наличии питающего напряжения;

- защиту от неправильной полярности напряжения подключаемого к цепям питания и управления.

Реле не воспламеняется, является трудногорючим и стойким к образованию токоведущих мостиков. Реле относится к невосстанавливаемым и необслуживаемым изделиям.

#### ***Реле 5П59.10ПТС Б-2,5-5-В***

Реле 5П59.10ПТС Б-2,5-5-В — одноканальное постоянного тока с ключом статусного сигнала предназначено для применения в системах автоматики, а также в целях коммутации нагрузки в качестве промежуточного реле.

Технические характеристики реле 5П59.10ПТС Б-2,5-5-В приведены в табл. 59.

*Устройство и работа одноканального реле постоянного тока 5П59.10ПТС Б 2,5-5-В.* Одноканальное реле постоянного тока 5П59.10ПТС Б 2,5-5-В представляет собой твердотельный бесконтактный коммутационный аппарат в герметичном корпусе. Реле в своем составе имеет:

- цепи питающего напряжения 50 и 15 В, изолированные друг от друга, канала и корпуса;

Таблица 59

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питания входной цепи, В	15
Номинальное напряжение реле, В	50
Коммутируемое напряжение, В	От 6 до 400
Допустимое значение импульсного перенапряжения (длительность импульса не более 10 мс) цепей питания 50 В, 15 В и цепей питания нагрузки, В	500
Напряжение постоянного тока цепи питания 50 В, В	От 45 до 55
Напряжение постоянного тока цепи питания 15 В, В	От 14,25 до 15,75
Напряжение управления, В	От –1 до 16
Напряжение управления включения, В	От 6,0 до 7,2
Напряжение управления выключения, В	От 6,8 до 8,0
Гистерезис напряжения управления, В	От 0,8 до 1,4
Коммутируемый ток канала при коммутируемом напряжении 110 В, А	От 0,025 до 2,7
Ток закрытого канала при коммутируемом напряжении 150 В, не более, мА	0,25
Ток цепи управления при напряжении цепи питания 15 В равному 15,75 В, мА: при напряжении управления – 1 В (вытекающий) при напряжении управления 0 В (вытекающий) при напряжении управления 15,75 В (втекающий)	14 12 1,2
Ток потребления по цепи питания 50 В, мА, не более	15
Ток потребления по цепи питания 15 В при сопротивлении нагрузки на выходе ключа статусного сигнала 1,5 кОм и напряжении управления 0 В, не более, мА	25
Время задержки включения реле, не более, мс	0,3
Время задержки выключения реле, не более, мс	3
Сопротивление открытого канала, не более, Ом	0,2
Сопротивление цепи питания 50 В, кОм	От 2 до 2,5
Сопротивление нагрузки, подключаемой к выходу ключа статусного сигнала $R_{\text{сгс}}$ , кОм	От 0,75 до 6

Наименование параметра	Значение
Остаточное напряжение на выходе ключа статусного сигнала, В: при $R_{стс} = 1,5 \text{ кОм}$ при $R_{стс} = 0,75 \text{ кОм}$	0,9 1,3
Ток утечки выходного ключа статусного сигнала, не более, мА	0,25
Масса, кг	0,3
Габаритные размеры, мм	61×57×44

– вход управления реле, гальванически связанный с питающим напряжением 15 В;

– ключ статусного сигнала, гальванически связанный с питающим напряжением 15 В, с защитой от превышения тока нагрузки, короткого замыкания и перенапряжения.

– светодиодную индикацию о состоянии канала (при открытом канале светится, при закрытом нет) и ошибке работы реле (прерывистое свечение);

– защиту от неправильной полярности напряжения, подключаемого к цепям питания, цепи управления и канала.

Реле не воспламеняется, является трудногорючим и стойким к образованию токоведущих мостиков. Реле относится к невозстановливаемым и необслуживаемым изделиям.

Конструкция реле предусматривает его установку на DIN-рейку 35 мм.

Подключение к цепям реле осуществляется с помощью розетки WAGO с соблюдением полярности входных и выходных сигналов.

Защита по току канала главной цепи имеет два уровня срабатывания в зависимости от величины тока:

– после включения канала в течение 0,5 с срабатывание защиты производится при токе от 10 до 13 А (уровень начального тока);

– после истечения времени 0,5 с срабатывание защиты производится при токе через канал от 2,9 до 3,5 А (уровень номинального тока).

При превышении тока в нагрузке или при коротком замыкании выходной ключ канала выключается и сохраняет это состояние. Срабатывание защиты отражается на индикации канала прерывис-

тым свечением, при этом одновременно снимается напряжение с контактов статусного сигнала. Выход из этого состояния производится выключением реле соответствующим напряжением управления.

### ***Реле типов РЭП26-400П, -220П***

Реле РЭП26-400П У2.1-110 В и РЭП26-220П У2.1-110 В предназначены для применения в схеме управления электровоза.

Технические характеристики реле РЭП26-400П У2.1-110 В и РЭП26-220П У2.1-110 В приведены в табл. 60.

*Таблица 60*

Наименование параметра	Значение
Род тока	Постоянный
Номинальное напряжение, В	110
Номинальный ток контактов (по нагреву) при температуре окружающей среды до 60 °С, А	4
Коммутируемый ток, А: РЭП26-400П РЭП26-220П	0,5 0,35
Количество и род контактов: РЭП26-400П замыкающие РЭП26-220П: замыкающие размыкающие	4  2 2
Рабочее положение	На вертикальной плоскости (якорем вверх)
Масса, не более, кг	0,15

### ***Устройство и работа реле РЭП26-400П У2.1-110 В и РЭП26-220П.***

Реле типа РЭП26 состоит из контактной системы и электромагнита. Электромагнит клапанного типа содержит магнитопровод с катушкой и якорем. При подаче на катушку напряжения установленной величины реле срабатывает, т.е. якорь под действием электромагнитной силы притягивается к сердечнику магнитопровода, осуществляя изменение коммутационного состояния контактов. Реле с самовозвратом. Механизм реле закрыт прозрачным кожухом.



Крепление внешних проводников к реле выполняется на разъёмном контактном соединении (розетке), с винтовыми зажимами для переднего присоединения, при этом крепление розетки к панели осуществляется винтами.

В процессе эксплуатации реле разборке и ремонту не подлежит.

**Реле 407 015 25 110 15CS**

Реле 407 015 25 110 15CS бистабильное с магнитной защелкой, предназначено для применения в локомотивах, снабженных двумя кабинами. Реле используется для переключения управления с пульта машиниста одной кабины на пульт машиниста другой кабины локомотива.

Технические характеристики реле 407 015 25 110 15CS приведены в табл. 61.

*Таблица 61*

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, В	110
Диапазон рабочих напряжений, В	От 75 до 138
Номинальная мощность, Вт	2,6
Сопротивление катушки при 20 °С, Ом	От 4278 до 5022
Минимальный ток контактов при 24 В, мА	20
Постоянная времени, мс: катушка 1 катушка 2	70 50
Номинальный (по нагреву) ток контактов, А	8
Время срабатывания, не более, мс	75
Время отпускания, не более, мс	75
Механический ресурс, циклов	1 000 000
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	70
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50
Рабочее положение	Произвольное
Количество контактов с двойным разрывом	40
Масса реле, кг	1,8
Габаритные размеры, мм	218×70×182

*Устройство и работа реле 407 015 25 110 15CS.* Реле 407 015 25 110 15CS (рис. 2.45) состоит из магнитной системы с двумя катушками, магнитных защелок, 40 контактов с двойным разрывом в любой комбинации замыкающих и размыкающих, гнезда, основания и корпуса с запорной пружиной. Маркировка контактных зажимов катушек указана на табличке, закрепленной на корпусе реле. Для защиты от перенапряжения катушки шунтируются стабилитроном. Контакты реле мгновенного переключения с функцией самозачищения в обеих позициях. Материал контактов — серебро, нанесенное на медную основу. Встроенная нажимная кнопка предназначена для ручного переключения реле.

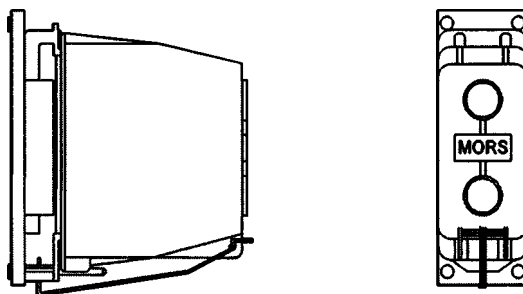


Рис. 2.45. Реле 407 015 25 110 15CS

Для управления реле рекомендуется возбуждать его катушку импульсом длительностью не менее 200 мс, учитывая при этом, что только одна катушка может быть возбуждена в определенный момент времени.

### ***Датчики-реле температуры ТАМ 103***

Датчики-реле температуры ТАМ 103 предназначены для контроля температуры воздуха в кузове электровоза.

При снижении температуры воздуха в кузове электровоза до уровня уставки срабатывания датчика-реле температуры ТАМ 103-01.2.2 ↑ минус 25 в систему управления подается сигнал на включение подогрева радиостанции. При повышении температуры воздуха до уровня уставки срабатывания датчика-реле температуры ТАМ 103-03.2.2 35 ↓ подается сигнал на включение вентиляторов надува кузова на полную производительность.

Технические характеристики датчика-реле температуры ТАМ 103-03.2.2 приведены в табл. 62.

Наименование параметра	Значение
Температура срабатывания, °C: ТАМ 103-03.2.2 35 ТАМ 103-01.2.2 минус 25	$35 \pm 1,5$ $-25 \pm 1,5$
Нерегулируемое значение зоны возврата, °C	От 3 до 6
Номинальное напряжение контактов, В	50; 110
Мощность, коммутируемая контактами при $U = 110$ В и индуктивной нагрузке 2 Гн, Вт	От 15 до 60
Коммутационная износостойкость контактов, циклов	150 000
Габаритные размеры, мм	145×155×38
Масса, кг, не более	0,45

Устройство и работа датчика-реле температуры ТАМ 103-03.2.2. Датчик-реле температуры ТАМ 103 (рис. 2.46) состоит из манометрической жидкостной термосистемы 1, ко дну сильфона которой прижат пружиной 3 шток 2. Вторым концом шток воздействует на систему рычагов 4 и 7, шарнирно укрепленную на оси 6 и поджатую к штоку двумя пружинами кручения 8. Кинематическая связь системы рычагов осуществляется пружиной 9 и винтом 10.

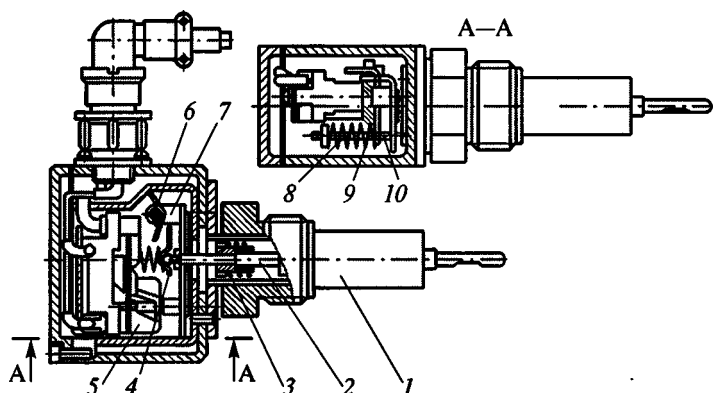


Рис. 2.46. Датчик-реле температуры ТАМ 103:

1 — термосистема; 2 — шток; 3 — пружина; 4, 7 — система рычагов; 5 — кнопка переключателя; 6 — ось; 8 — поджимные пружины; 9 — связующая пружина; 10 — винт

#### 2.4.3.4. Выключатели цепей управления

##### *Автоматические выключатели серии CR*

Автоматические выключатели серии CR магнитогидравлического действия предназначены для защиты различных вспомогательных цепей электровоза от токов короткого замыкания и перегрузки.

Технические характеристики автоматических выключателей серии CR приведены в табл. 63.

Таблица 63

Наименование параметра	Значение
Номинальный ток (для различных исполнений), А	От 0,1 до 100,0
Максимальное напряжение, В: постоянного тока переменного тока	125 400
Максимальная отключающая способность, А: при 120 В постоянного тока при 277 В переменного тока	5000 5000
Максимальное число полюсов	6
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	85
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	–50

##### *Устройство и работа автоматических выключателей серии CR.*

Автоматический выключатель обычного исполнения (рис. 2.47) состоит из корпуса 2, рукоятки управления 1, контактной цепи 3, контактов 4, связанного с ними якоря 5, токовой катушки 6 с сердечником 7 и трубкой задержки 8 со специальной жидкостью определенной вязкости.

Кроме того, имеются исполнения с дополнительными контактами, для регистрации срабатывания выключателя и с дополнительным блоком дистанционного взведения, смонтированном в корпусе обычного автоматического выключателя.

Автоматические выключатели не требуют специального обслуживания. Самозачищающиеся контакты обеспечивают необходимый срок службы.

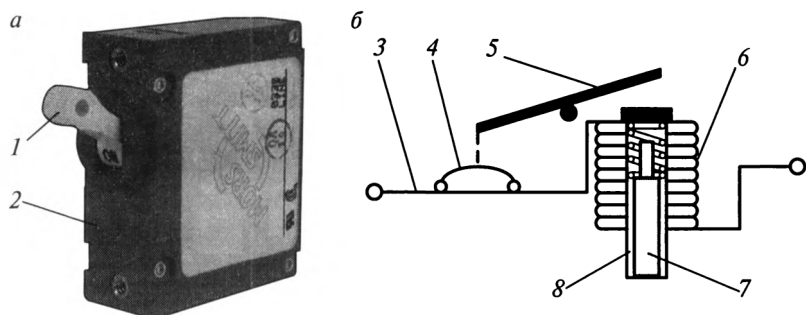


Рис. 2.47. Автоматический выключатель серии CR:

*a* — общий вид; *б* — электромеханическая схема; 1 — рукоятка управления; 2 — корпус; 3 — контактная цепь; 4 — контакты; 5 — якорь; 6 — катушка токовая; 7 — сердечник; 8 — трубка задержки

### **Выключатель В-8**

Выключатель В-8 предназначен для оперативной коммутации цепей управления электроваза.

Технические характеристики выключателя В-8 приведены в табл. 64.

Таблица 64

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение постоянного тока, В	50
Номинальный ток, А	16
Механическая износостойкость, не менее, число циклов	$2 \cdot 10^5$
Масса, кг	0,772

*Устройство и работа выключателя В-8.* Внешний вид и устройство выключателя показаны на рис. 2.48. В корпусе 7 выключателя установлена втулка 8 с эксцентриком и скоба 4 с пазом. Втулка 8 своим эксцентриком входит в паз скобы 4. Поворот втулки 8 осуществляется рукояткой (ключом) с выступом на цилиндрической части. Во втулке 8 имеется отверстие с пазом под выступ рукоятки. При повороте рукоятки на  $90^\circ$  втулка своим эксцентриком перемещает скобу 4, при этом планка 6, укрепленная на скобе 4, нажимает на шток электрической блокировки 5 и перемещает контактный мостик. Для уменьшения трения и фиксации втулки 8 применены

шарики 3 с пружиной 2, установка которых осуществляется резьбовой втулкой 1. Для ограничения угла поворота во втулке 8 имеется штифт.

*Примечание.* Рукоятка (ключ) из комплекта высоковольтного соединения МВС Ш185, МВС 0 Р185 цепей электроснабжения пассажирского поезда.

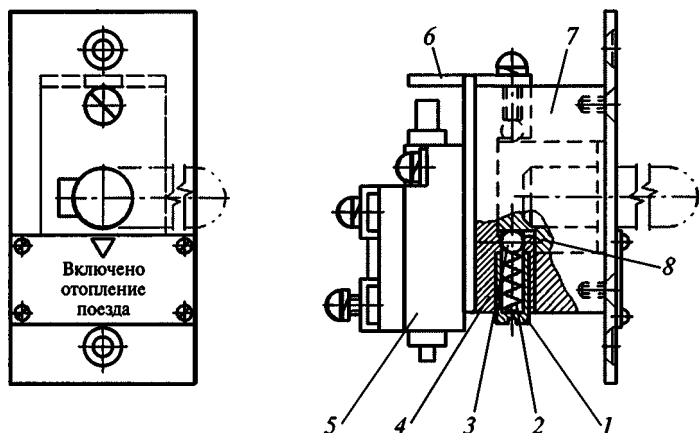


Рис. 2.48. Выключатель В-8:

1 — втулка резьбовая; 2 — пружина; 3 — шарики; 4 — скоба; 5 — шток электрической блокировки; 6 — планка; 7 — корпус; 8 — втулка

#### 2.4.3.5. Прочие элементы цепей управления

##### ***Блокировка электрическая низковольтная ДТЖИ.685188.005 (5ТН.360.110СП)***

Блокировка электрическая низковольтная предназначена для включения и отключения электрических цепей низкого напряжения.

Технические характеристики блокировки электрической низковольтной ДТЖИ.685188.005 приведены в табл. 65.

Таблица 65

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, В	110
Максимальное усилие на штоке, Н (кгс)	12,23 (1,250)
Зазор контактов, мм	4 <sup>+1</sup>

Наименование параметра	Значение
Провал контактов, мм	2 <sup>+1</sup>
Длительно допустимый (по нагреву) ток контактов, А	35
Количество контактов: закрывающих	2
размыкающих	2
Масса, кг	0,31

**Элемент резистивный ДТЖИ.434264.001-07 (СТС.592.032-07)**

Элемент резистивный предназначен для ограничения тока в цепи удерживающей катушки быстродействующего выключателя.

Технические характеристики элемента резистивного ДТЖИ. 434264.001-07 приведены в табл. 66.

Таблица 66

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение постоянного тока, В	50
Активное сопротивление при 20 °С, Ом	235
Номинальный ток при превышении температуры проволоки 350 °С, А	1,1
Диаметр проволоки, мм	0,45
Количество витков	195
Габаритные размеры, мм	265×50×110
Масса, кг	1,26

**Кнопки управления**

Кнопки управления предназначены для оперативного переключения в цепях управления электровоза.

На электровозе используются три типа кнопок: одиночная простая, одиночная с грибовидной головкой и двойная. Все кнопки с пружинным возвратом и могут иметь подсветку.

Технические характеристики кнопок управления приведены в табл. 67.

Наименование параметра	Значение
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	60
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °C	-50
Механическая износостойкость, циклов В—О: одиночная кнопка двойная кнопка	5·10 <sup>6</sup> 1·10 <sup>6</sup>
Номинальное напряжение изоляции, В	600
Коммутационная способность, категории DC13 по ГОСТ Р 50030.5.1-2005, А при 24 В при 110 В	0,4 0,2
Коммутационная износостойкость, циклов В—О	1×10 <sup>6</sup>
Сечение подводящих проводов, мм <sup>2</sup> : min max	1·0,22 2·1,5
Напряжение питания светодиода, В	24, 120, 140
Потребляемые токи, мА	18, 14, 14
Эксплуатационный ресурс, ч	100 000

*Устройство и работа кнопок управления.* Кнопки с пружинным возвратом нажимного действия (рис. 2.49) состоят из головки 1 и корпуса в сборе 2. В корпусе 2 установлены блок контакты 5 с замыкающими или размыкающими контактами.

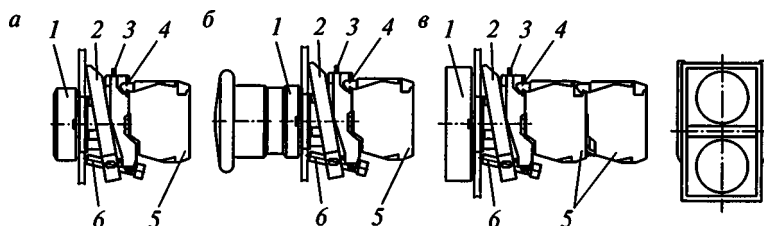


Рис. 2.49. Кнопки управления:

*a* — одиночная простая; *б* — одиночная с грибовидной головкой; *в* — двойная;  
1 — головки; 2 — корпус в сборе; 3, 4 — тяги; 5 — блок-контакты



Кнопки используются для переключений таких цепей, как поднятие и опускание штор, освещение пульта, освещение документов и приборов.

Кнопки ремонту не подлежат и технического обслуживания не требуют.

#### 2.4.3.6. Аккумуляторная батарея 92KL-125P

Аккумуляторная батарея 92KL-125P предназначена для питания цепей управления и освещения электровоза при неработающем блоке питания цепей управления.

Технические характеристики аккумуляторной батареи 92KL-125P приведены в табл. 68.

Таблица 68

Наименование параметра	Значение
Номинальная емкость, А·ч	125
Номинальное напряжение, В	110
Масса, кг	577

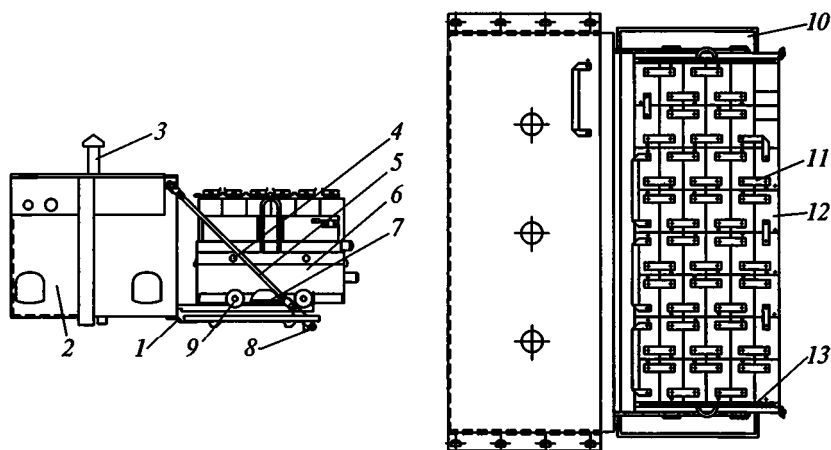


Рис. 2.50. Аккумуляторная батарея 46KL125P:

1 — петли; 2 — металлические ящики; 3 — грибки; 4 — болты прижимные; 5 — тросы; 6 — тележка; 7 — прокладки; 8 — болты регулировочные; 9 — подшипники колес; 10 — крышка; 11 — перемычки никелированные; 12 — аккумуляторы; 13 — нажимные листы

*Устройство и работа аккумуляторной батареи 92KL-125P.* Аккумуляторная батарея состоит из 92 щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов KL-125P, установленных в двух металлических ящиках 2 (рис. 2.50). В каждом ящике на тележке 6 установлены 46 аккумуляторов 12. На дне тележки уложены прокладки 7 из щелочестойкой резины.

На каждую батарею составляется формуляр, отправляемый с электровозом, в котором должно находиться отражение всей работы, проводимой с батареями.

#### **2.4.4. Прочие блоки и электрические аппараты**

##### **2.4.4.1. Высоковольтная камера**

Высоковольтная камера (шкаф высокого напряжения) (рис. 2.51) содержит высоковольтное и низковольтное оборудование для принятия и распределения электрического тока.

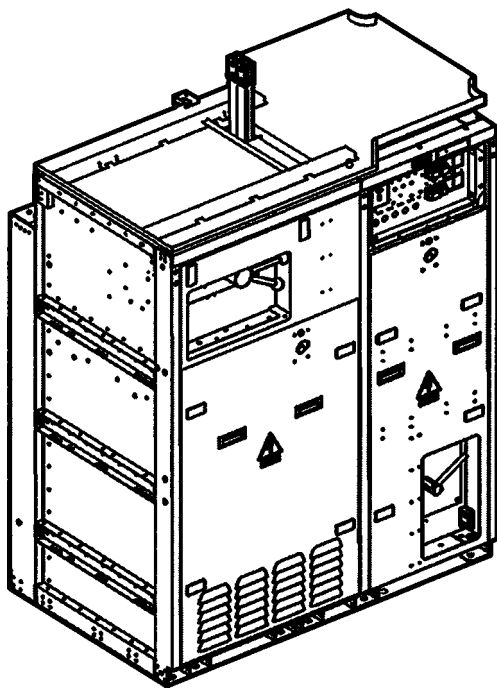


Рис. 2.51. Блок (шкаф) высокого напряжения DTR0000235826

В высоковольтной камере размещено следующее высоковольтное и низковольтное оборудование:

- главный выключатель постоянного тока 3000 В/3500 А (QF2-1);
- заземлитель для цепи отопления (QS4);
- разъединитель 3000 В (Q4);
- главный заземлитель BVR (QS10);
- ограничитель перенапряжений (F4);
- электронный блок управления ТМХ (А1);
- панель с некоторыми из герметичных реле 110 В и выключателей.

#### 2.4.4.2. Низковольтная камера

Низковольтная камера (шкаф управления тягой) (рис. 2.52) содержит два главных цифровых контроллера и связанные между собой: электронные модули, реле, переключатели и защитные автоматические выключатели.

Низковольтная камера содержит следующие основные компоненты:

- два главных процессора, выполняющих роль цифровых контроллеров локомотива. Один рабочий и один резервный главные процессоры (MPU);

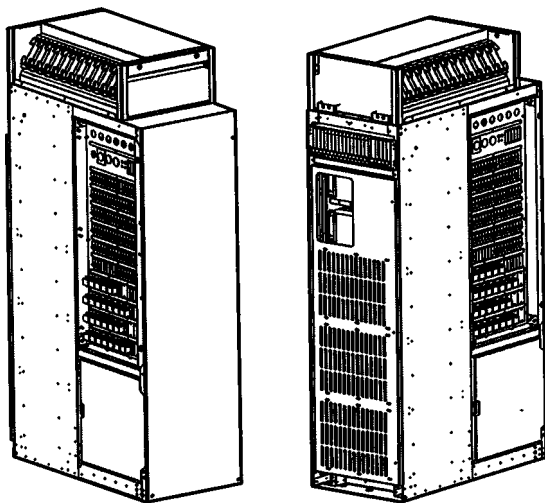


Рис. 2.52. Блок (шкаф) низкого напряжения

- трех модулей удаленных вводов/выводов (RIOM) для низковольтных соединений с управляющей архитектурой;
- два коммутатора Ethernet для работы сети (CRS);
- семь подключаемых модулей данных.

Система управления соединена с тяговым оборудованием и вспомогательными системами локомотива при помощи низковольтных проводов и управляющей сети, многофункциональной вагонной шины (MVB).

Внешние интерфейсы шкафа управления реализованы при помощи разъемов Harting, расположенных в верхней части камеры.

#### **2.4.4.3. Блок тормозных резисторов БТР-83**

Блок тормозных резисторов БТР-83 предназначен для:

- обеспечения рассеивания энергии, которая не может быть возвращена в контактную сеть при электрическом торможении (при величине напряжения на зажимах тяговых двигателей равной или меньше величины напряжения контактной сети);

- защиты звена постоянного тока тягового преобразователя от перенапряжений, вызванных скачками напряжения в контактной сети или перенапряжениями, путем гашения динамических импульсов избыточной энергии в тормозных резисторах;

- защиты звена постоянного тока тягового преобразователя от перенапряжений, вызванных кратковременным дисбалансом энергии при резком снижении мощности рекуперации или тяги, путем гашения в тормозных резисторах динамических импульсов избыточной энергии;

- разрядки конденсаторов звена постоянного тока при включении главного выключателя или после опускания токоприемника.

Технические характеристики блока тормозных резисторов БТР-83 приведены в табл. 69.

*Таблица 69*

Наименование параметра	Значение
Сопротивление блока постоянному току при 20 °С, Ом	3,123±0,156
Сопротивление блока при номинальном токе, Ом	3,322±0,166
Номинальный ток, А	459
Номинальное напряжение изоляции, В	3000

Наименование параметра	Значение
Максимальная индуктивность, мкГн	20
Охлаждение	Воздушное, принудительное
Минимальный расход охлаждающего потока воздуха на входе в блок, м <sup>3</sup> /мин	210
Потери давления охлаждающего воздуха при номинальном токе и минимальном расходе охлаждающего воздуха, не более, Па	848
Превышение температуры воздуха на выходе из блока при номинальном токе и минимальном расходе охлаждающего воздуха, не более, °С	184
Габаритные размеры, мм	1331×866×632
Масса блока, кг	260

*Устройство и работа блока тормозных резисторов БТР-83.* Блок тормозных резисторов БТР-83 (рис. 2.53) состоит из жесткого металлического каркаса 11, закрытого сверху металлической крышкой 6 и девяти резисторов 5 рамочного типа. Резисторы установлены между изоляционными стенками 3 и рамами 4 и 8, стянутых между собой с помощью изолированных шпилек 9. Рамки резисторов и отверстия изоляционных стенок и рам образуют канал для прохода охлаждающего потока воздуха. Блок резисторов крепится к металлическому каркасу с помощью опорных изоляторов 10, выполняющих роль основной изоляции.

Резистор (рис. 2.54) выполнен в виде самостоятельного узла. Рамка резистора образована двумя металлическими желобами 2, стянутыми через керамические изоляторы 1 шпильками 5. Изоляторы обеспечивают шаг по виткам и удерживают резистивный элемент (ленту) в рамке. Лента резистора 3 выполнена из жаростойкого сплава высокого омического сопротивления, изогнута зигзагообразно и на прямолинейных участках имеет два профильных зига трапециевидальной формы, что придает каждому витку жесткость и улучшает теплообмен путем повышения турбулизации потока охлаждающего воздуха. В местах П-образных перегибов ленты с помощью хвостовиков укреплены стальные держатели 4, свободно установленные в

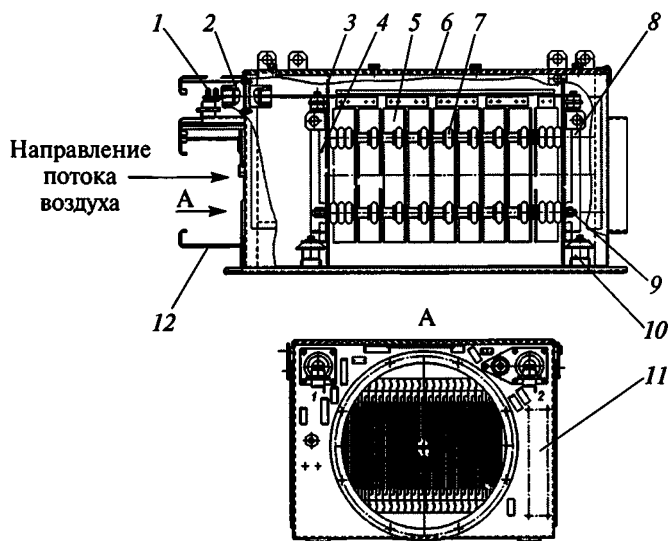


Рис. 2.53. Блок тормозных резисторов БТР-83:

1 — выводы; 2 — изоляторы; 3 — изоляционные стенки; 4, 8 — рамы; 5 — резисторы рамочного типа; 6 — крышка металлическая; 7 — фарфоровые изоляторы; 9 — изолированные шпильки; 10 — изолятор опорный; 11 — каркас металлический

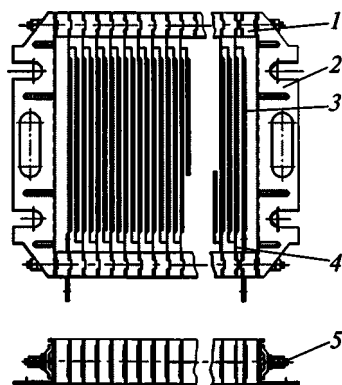


Рис. 2.54. Резистор тормозной рамочного типа:

1 — керамические изоляторы; 2 — желоба; 3 — лента резистора; 4 — стальные держатели; 5 — шпильки

пазах изоляторов для температурной компенсации удлинения витков ленты.

Нагнетание воздуха для охлаждения БТР осуществляется осевым вентилятором типа ВО-51-120 №5.

#### 2.4.4.4. Высоковольтное соединение системы отопления поезда МВС Ш 185/4,25 4000/800, МВС-0-Р-185-4000/800 и МВС-Х-4000

Высоковольтное соединение, состоящее из штепселя с кабелем МВС Ш 185/4,25 4000/800 и розетки МВС 0 Р 185 4000/800, предназначено для централизованного электроснабжения цепей отопления; холостой приемник МВС Х 4000 предназначен для крепления отключенного штепселя и является средством защиты от поражения электрическим током.

Технические характеристики высоковольтного соединения системы отопления поезда МВС Ш 185/4,25 4000/800, МВС-0-Р-185-4000/800 и МВС-Х-4000 приведены в табл. 70.

Таблица 70

Наименование параметра	Значение
Максимальное напряжение, В	4000
Номинальный ток, А	800
Максимальная мощность, кВт	2400
Сопротивление изоляции, не менее, МОм	1000
Сечение кабеля, мм <sup>2</sup>	95
Масса, не более, кг	30

*Устройство штепселя МВС Ш-185/4,25 4000/800.* Штепсель МВС Ш-185/4,25 4000/800 (рис. 2.55) состоит из корпуса 5 с контактным пальцем 4, прижатый к нему гайкой 3. В торце корпуса установлена втулка 1 с трубкой 2, предназначенные для закрепления кабеля и герметизации его ввода в штепсель.

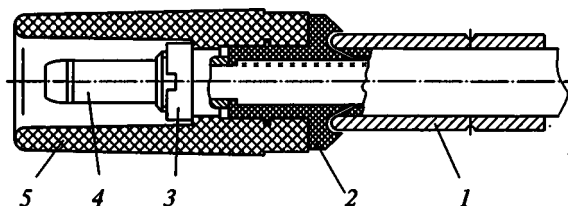


Рис. 2.55. Штепсель МВС Ш 185/4, 25 4000/800:

1 — втулка; 2 — трубка; 3 — гайка; 4 — палец контактный; 5 — корпус

*Устройство розетки MBC 0 P 185 4000/800. Розетка MBC 0 P 185 4000/800 (рис. 2.56) состоит из основания 22 и корпуса 21.*

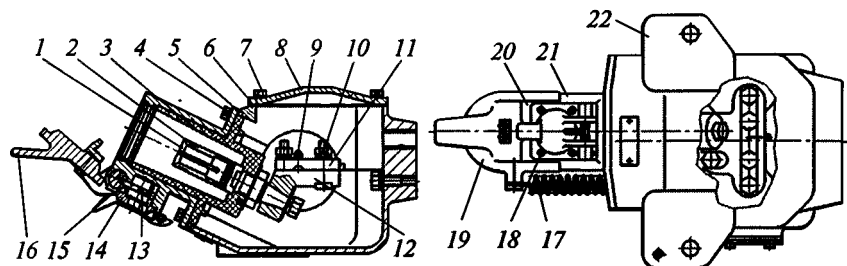


Рис. 2.56. Розетка MBC-0-P-185-4000/800:

1 — гнездо контактное; 2 — пружина; 3 — изолятор; 4 — винты; 5 — кольцо; 6 — шайба уплотнительная; 7 — винты; 8 — крышка; 9 — винты; 10 — болты; 11 — прижимы; 12 — колодка; 13 — ригель; 14 — замочное устройство; 15 — защищенное крышкой; 16 — хвостовик крышки; 17 — пружина; 18 — винты; 19 — крышка; 20 — накладка; 21 — корпус; 22 — основание

*Устройство холостого приемника MBC X 4000. Холостой приемник MBC X 4000 (рис. 2.57) состоит из корпуса 4, крышек 1, 5 с упором, изолятора 3 и замка 2. Холостой приемник имеет кольцо с подпружиненными шариками.*

Крышка розетки и крышка холостого приемника, закрывающие входные отверстия для штепселя, блокируются в двух положениях:

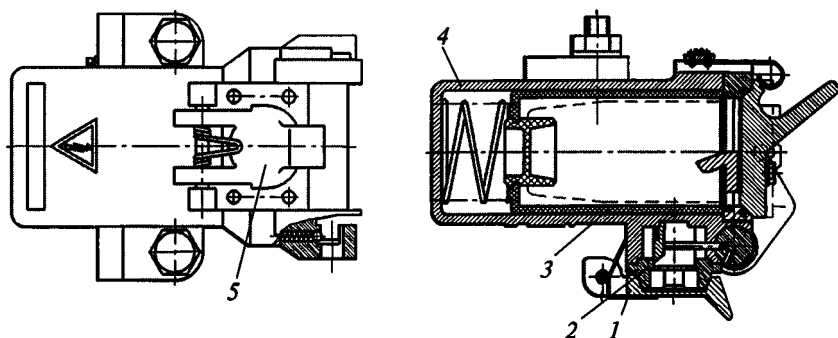


Рис. 2.57. Холостой приемник MBC-X-4000:

1, 5 — крышки с упором; 2 — замок; 3 — изолятор; 4 — корпус



а) со вставленным в розетку (приемник) штепселем — выпадение штепселя из гнезда предотвращает упор, закрепленный на крышке;

б) без штепселя — крышка герметично закрывает входное отверстие (внутреннюю полость розетки) и блокируется замком.

Для сочленения штепселя с розеткой необходимо:

а) открыть крышку замка, вставить ключ в замок и повернуть его на 90° в любом направлении;

б) открыть крышку и вставить штепсель в корпус розетки до упора;

в) зафиксировать крышку возвратом ключа в исходное положение и вынуть ключ из замка. При этом контактный палец штепселя войдет в гнездо розетки — высоковольтная цепь замкнута.

Расчленение высоковольтных магистралей производить путем расчленения соединения следующим образом:

а) открыть крышку замка, вставить ключ в замок и повернуть его на 90° в любом направлении;

б) вынуть штепсель из корпуса, закрыть крышку;

в) вернуть ключ в исходное положение и вынуть его из замка.

После расчленения соединения обязательно вставить штепсель в холостой приемник. Для закрепления штепселя в холостом приемнике необходимо:

а) открыть крышку замка, вставить ключ и повернуть его на 90° в любом направлении;

б) открыть крышку и вставить штепсель в изолятор и одновременно с нажатием вдоль оси корпуса повернуть штепсель до щелчка. Щелчок означает, что штепсель зафиксирован в приемнике подпружиненными шариками кольца;

в) зафиксировать крышку возвратом ключа в исходное положение, вынуть ключ из замка.

**Внимание!** Эксплуатация штепселя разрешается только в сочленении с розеткой, либо холостым приемником!

#### **2.4.4.5. Датчики-трансформаторы тока и напряжения, датчики тока**

##### ***Датчик-трансформатор тока LT500-T/SP93-Y2***

Датчик-трансформатор тока LT500-T/SP93-Y2 предназначен для преобразования входного постоянного, переменного и импульсного тока электрических цепей электровоза в пропорциональный выходной ток, повторяющий форму входного сигнала.

Технические характеристики датчика-трансформатора тока LT500-T/SP93-Y2 приведены в табл. 71.

Таблица 71

Наименование параметра	Значение
Номинальный входной ток, А	500
Диапазон преобразования входного тока, А	$0 \pm 1000$
Номинальный выходной ток, мА	100
Питающее напряжение	Двухполярное, постоянного тока
Диапазон питающего напряжения, В	От 15 до 24
Коэффициент преобразования	1:50 00
Рабочее положение	Произвольное
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Габаритные размеры, мм	180×116,5×92
Масса, кг	1,25

*Устройство и работа датчика-трансформатора тока LT500-T/SP93-Y2.* Датчик-трансформатор тока LT500-T/SP93-Y2 представляет собой электромагнитный преобразователь, принцип действия которого основан на компенсации магнитного поля, создаваемого первичным током, с использованием эффекта Холла.

Конструктивно датчик (рис. 2.58) выполнен в виде неразборного модуля с литой изоляцией и встроенной первичной шиной.

Для подключения цепей питания и нагрузки в модуле предусмотрены три штыревых вывода с резьбой М5 и креплением наконечников подводящих проводов под гайку. Встроенная шина имеет два отверстия диаметром 13 мм для подключения первичной цепи. Конструкция датчика обеспечивает гальваническую развязку между входной и выходной цепями.

К выводам «+» и «-» вторичной цепи подключается двухполярный источник постоянного тока, к выводу «М» — измерительный резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеряемому току.

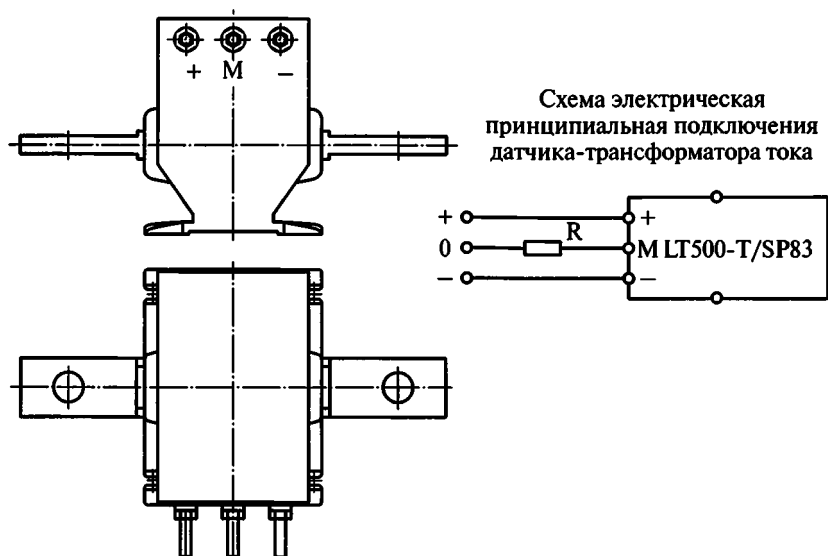


Рис. 2.58. Датчик-трансформатор тока LT500-T/SP93-Y2

### ***Датчик-трансформатор напряжения LV100/SP84-Y2***

Датчик-трансформатор напряжения LV100/SP84-Y2 предназначен для преобразования постоянного, переменного и импульсного напряжения в электрических цепях электровоза в пропорциональный выходной ток, повторяющий форму входного сигнала.

Технические характеристики датчика-трансформатора напряжения LV100/SP84-Y2 приведены в табл. 72.

Таблица 72

Наименование параметра	Значение
Номинальное преобразуемое напряжение, В	100—4500
Номинальный входной ток, мА	10
Диапазон преобразования входного тока, мА	$0 \pm 20$
Номинальный выходной ток, мА	50
Напряжение питания, В	(15—24)
Коэффициент преобразования	10 000:2000
Входное внутреннее сопротивление при 70 °С, Ом	1900

Наименование параметра	Значение
Рабочее положение	Произвольное
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Габаритные размеры, мм	138×62×45,5
Масса, кг	0,51

*Устройство и работа датчика-трансформатора напряжения LV100/SP84-Y2.* Датчик-трансформатор напряжения LV100/SP84-Y2 представляет собой электромагнитный преобразователь, принцип действия которого основан на компенсации магнитного поля, создаваемого первичным током, с использованием эффекта Холла.

Конструктивно датчик (рис. 2.59) выполнен в виде неразборного модуля с литой изоляцией.

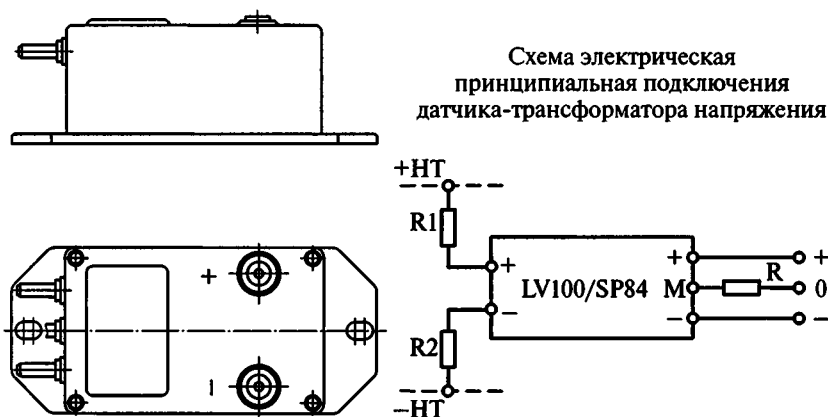


Рис. 2.59. Датчик-трансформатор напряжения LV100/SP84-Y2

Преобразуемое напряжение подается на входные выводы датчика через внешний резистор ( $R_1$ ), величина которого определяется исходя из номинальной величины входного тока датчика.

Для подключения цепей питания и нагрузки в модуле предусмотрены три штыревых вывода с резьбой М5 и креплением нако-

нечников подводящих проводов под гайку. Выводы «+» и «-» первичной цепи выполнены в виде двух отверстий с резьбой М5. Конструкция датчика обеспечивает гальваническую развязку между входной и выходной цепями.

К выводам «+» и «-» вторичной цепи подключается двухполярный источник постоянного тока, к выводу «М» — измерительный резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеряемому напряжению.

#### ***Датчик тока ДТ-019***

Датчик тока ДТ-019 предназначен для преобразования тока в цепи электропневматического тормоза электровоза в пропорциональный выходной сигнал.

Технические характеристики датчика тока ДТ-019 приведены в табл. 73.

*Таблица 73*

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение первичной обмотки, В	110
Номинальный ток первичной обмотки, А	10
Род тока	Пульсирующий
Напряжение питания, В	$\pm(12-18)$
Рабочее положение	Произвольное
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение естественное	Воздушное,
Габаритные размеры, мм	110×96×80
Масса, кг	1,1

*Устройство и работа датчика тока ДТ-019.* Датчик тока ДТ-019 (рис. 2.60) состоит из датчика-трансформатора тока 2 серии LEM типа LT100-S/SP97-Y2, расположенного на изоляционной панели 1. В отверстие силовой цепи датчика для повышения точности преобразования пропущено десять витков провода 3 марки ПСД диаметром 2,12 мм.

Конструкция датчика LT100-S/SP97-Y2 обеспечивает гальваническую развязку между входной и выходной цепями.

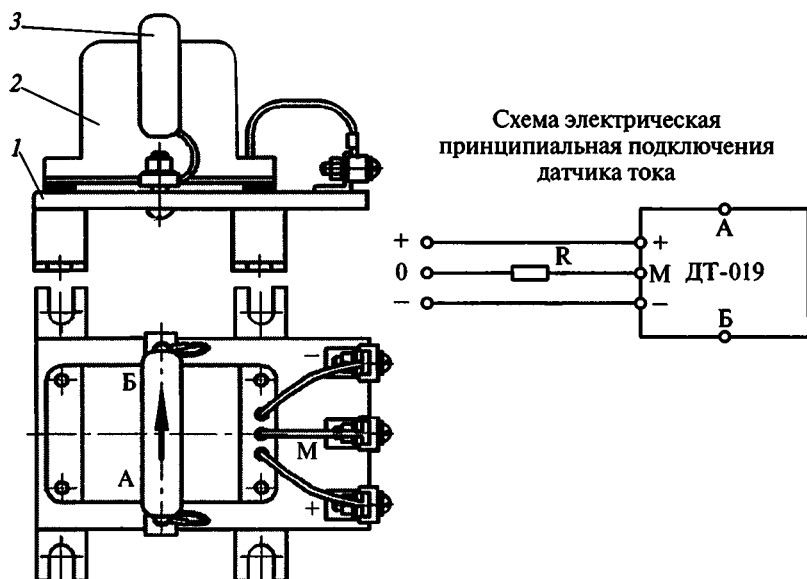


Рис. 2.60. Датчик тока ДТ-019:

1 — панель изоляционная; 2 — датчик-трансформатора тока; 3 — провод марки ПСД

Выводы датчика тока ДТ-019 расположены на изоляционной панели 1 и оснащены винтами М5 и скобами, фиксирующими наколечники проводов внешнего монтажа.

Силовая цепь подключается к выводам «А—Б» дополнительной обмотки. К выводам «+» и «-» подключается двухполярный источник постоянного тока, к выводу «М» — измерительный резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеряемому току.

Для установки на электровозе в конструкции датчика тока предусмотрено четыре крепежных отверстия под винт М4.

#### **Датчик тока ДТ-009**

Датчик тока ДТ-009 предназначен для измерения постоянного, пульсирующего и переменного тока в электрических цепях и формирования сигнала, используемого в системе автоматического управления электровозом.

Технические характеристики датчика тока ДТ-009 приведены в табл. 74.

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение изоляции шины первичного тока, В	3000
Номинальный первичный ток, А	1000
Диапазон измеряемого тока, А	0—1500
Коэффициент трансформации	1:5000
Напряжение питания вторичной обмотки, В	$\pm 24$
Выходное внутреннее сопротивление, Ом	40
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Масса, кг	3,5

*Устройство и работа датчика тока ДТ-009.* Датчик тока ДТ-009 (рис. 2.61) состоит из датчика-трансформатора 1, серии LEM типа LT-1000SI/SP58, закрепленного на каркасе 4 с помощью двух изоляторов 3 и шины 2 первичной обмотки.

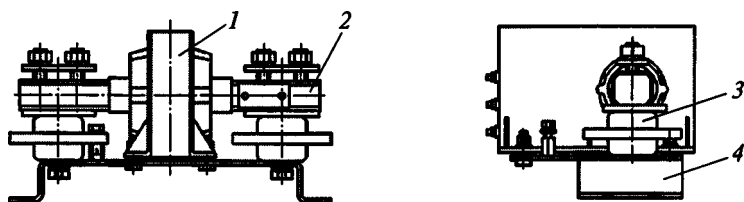


Схема электрическая  
принципиальная подключения  
датчика тока

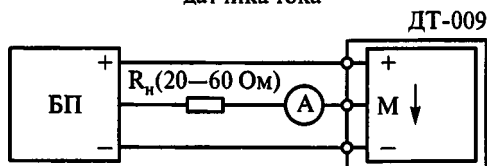


Рис. 2.61. Датчик тока ДТ-009:

1 — датчик-трансформатора; 2 — шина; 3 — изоляторы; 4 — каркас

Датчик LEM имеет три вывода, гальванически развязанных от силовой шины: «+», «-», «М». К выводам «+» и «-» подключают источник постоянного тока напряжением  $\pm 24$  В. К выводу «М» подключают измерительный резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеренному первичному току.

Датчик LEM работает по принципу компенсации магнитного поля, создаваемого током в первичной цепи. Ток в измерительном контуре в точности отображает поведение тока в первичной цепи в выбранном масштабе.

#### ***Датчики тока CA(I) TFP/TA11 и TA12***

Датчики тока CA(I) TFP/TA11 и TA12 предназначены для измерения тока в цепи первичной обмотки тягового трансформатора и формирования сигнала, используемого в системе автоматического управления электровозом.

Технические характеристики датчиков тока CA(I) TFP/TA11 и TA12 приведены в табл. 75.

*Таблица 75*

Наименование параметра	Значение
Номинальный первичный ток, А	1000
Диапазон измеряемого тока, А	От 0 до 2000
Коэффициент трансформации	1:4000
Напряжение питания вторичной обмотки, В	$\pm 24$
Номинальное значение выходного тока, мА	250
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Масса, кг	0,6

*Устройство и работа датчиков тока CA(I) TFP/TA11 и TA12.* Датчики тока CA(I) TFP/TA11 и TA12 (рис. 2.62) представляют собой датчики-трансформаторы серии LEM типа LT 1005-S/SP4.

Датчик LEM имеет три вывода, гальванически развязанных от силовой шины: «+», «-», «М». К выводам «+» и «-» подключают источник постоянного тока напряжением  $\pm 24$  В. К выводу «М» подключают измерительный резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеренному первичному току.



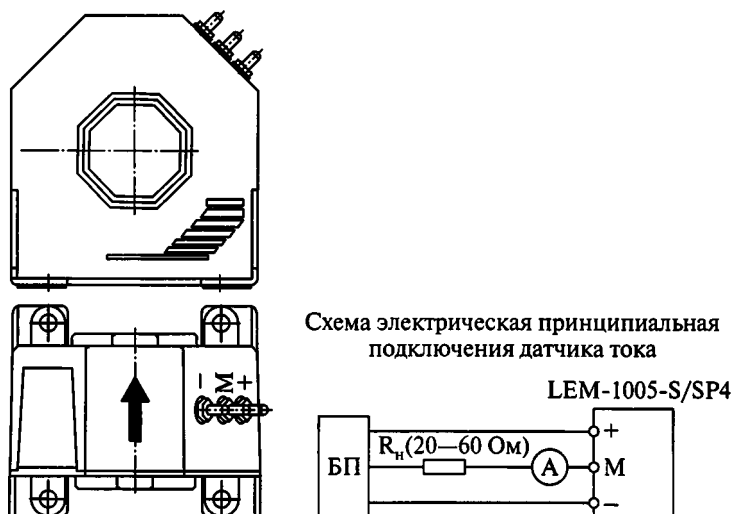


Рис. 2.62. Датчики тока СА(І) TFP/TA11 и TA12

Датчик LEM работает по принципу компенсации магнитного поля, создаваемого током в первичной цепи. Ток в измерительном контуре в точности отображает поведение тока в первичной цепи в выбранном масштабе.

#### **Трансформатор тока ТЛ-0,66-І-0,5-600/5 УЗ**

Трансформатор ТЛ-0,66-І-0,5-600/5 УЗ предназначен для измерения тока в цепи отопления поезда и подключен к токовой цепи счетчика электроэнергии на электровозе.

Технические характеристики трансформатора ТЛ-0,66-І-0,5-600/5 УЗ приведены в табл. 76.

Таблица 76

Наименование параметра	Значение
Номинальный ток первичной обмотки, А	600
Номинальное напряжение, кВ	0,66
Номинальный ток вторичной обмотки, А	5
Номинальная вторичная нагрузка при $\cos\phi = 0,8$ , В·А	10
Номинальный класс точности вторичной обмотки	0,5
Номинальная частота, Гц	50
Масса, кг	2,5

*Устройство и работа трансформатора ТЛ-0,66-І-0,5-600/5 УЗ.*  
Трансформатор тока ТЛ-0,66-0,5-600/5 (рис. 2.63) представляет собой литой блок, в качестве изоляции которого применяется эпоксидный компаунд. По своей конструкции трансформатор является катушечным опорного исполнения на ленточном сердечнике.

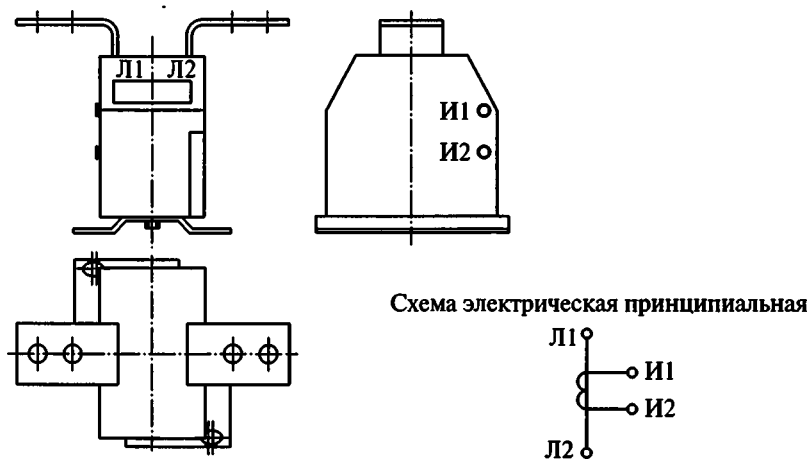


Рис. 2.63. Трансформатор ТЛ-0;66-І-0;5-600/5 УЗ

Трансформатор крепится к конструкции электровоза с помощью фланца.

Выходы первичной обмотки, включаемой в цепь измеряемого тока, обозначены Л1 и Л2. Выходы вторичной обмотки, к которой подключаются приборы, обозначены И1 и И2.

При направлении тока в первичной цепи от Л1 к Л2 вторичный ток во внешней цепи направлен от И1 к И2. Это следует учитывать при монтаже.

#### 2.4.4.6. Прочие аппараты электрических цепей

##### *Преобразователь напряжения MSV200-5-D-4-3-2-У*

Преобразователь напряжения MSV200-5-D-4-3-2-У предназначен для преобразования напряжения в силовой цепи постоянного тока электровоза в пропорциональный выходной сигнал.

Технические характеристики преобразователя напряжения MSV200-5-D-4-3-2-У приведены в табл. 77.

Наименование параметра	Значение
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У
Номинальное первичное напряжение, В	5000
Максимальное первичное напряжение, В	±6000
Номинальный вторичный ток, мА	50
Коэффициент преобразования	50 000:2000
Рабочее положение	Произвольное
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Габаритные размеры, мм	166×62×103
Масса, кг	0,8

*Устройство и работа преобразователя напряжения MSV200-5-D-4-3-2-Y.* Преобразователь напряжения MSV200 представляет собой электромагнитное устройство, принцип действия которого основан на компенсации магнитного поля, создаваемого первичным током, с использованием эффекта Холла.

Конструктивно преобразователь выполнен в виде неразборного модуля с литой изоляцией. Радиатор, расположенный на корпусе, обеспечивает необходимое охлаждение преобразователя.

Для уменьшения влияния внешнего электромагнитного поля на точность преобразования в конструкции предусмотрен специальный экран, вывод которого соединяется с отрицательным или общим проводом двухполярного источника питания.

Преобразуемое напряжение подается на входные клеммы датчика «+НТ» и «-НТ».

Для подключения цепей питания, нагрузки и заземления в модуле предусмотрены пять штыревых выводов с резьбой М5 и креплением наконечников подводящих проводов под гайку.

Выводы первичной цепи выполнены в виде двух изолированных вводов с креплением наконечников подводящих проводов под гайку М5.

К выводам «+» и «-» вторичной цепи подключается двухполярный источник постоянного тока, к выводу «М» — измерительный

резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеряемому напряжению.

**Буксовое токосъемное устройство UZB70-24U1, UZB90-24U1**

Буксовые токосъемные устройства UZB70-24U1) и UZB90-24U1 предназначены для отвода номинального тока электровоза через колесную пару в рельс с целью защиты подшипников механической части электровоза от разрушающего воздействия электрической коррозии и для осуществления заземления кузова электровоза.

*Примечание.* UZB70-24U1 установлены на ЭП20 № 001—006 в количестве 2 шт. на электровоз в цепи заземления кузова.

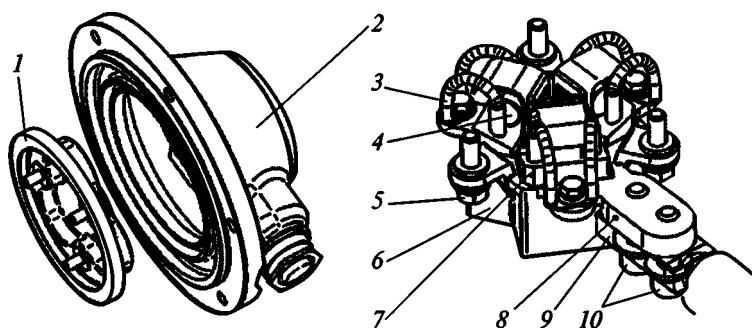
Технические характеристики буксовых токосъемных устройств UZB70-24U1 и UZB90-24U1 приведены в табл. 78.

Таблица 78

Наименование параметра	Значение	
	UZB70-24U1	UZB90-24U1
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У	
Категория размещения по ГОСТ 15150—69	1	
Верхнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	45	
Нижнее (рабочее) значение температуры окружающего воздуха, °С	—50	
Внешние механические воздействия по ГОСТ 17516.1—90	М27	
Род тока	Постоянный, переменный	
Сквозной ток короткого замыкания в течение 100 мс, не менее, кА	10	
Номинальный ток при движении электровоза со скоростью не менее 80 км/ч, А	700	900
Масса, кг	14,0	14,5

**Устройство и работа.** Буксовое токосъемное устройство UZB70-24U1 (рис. 2.64) состоит из корпуса 2 с установленным в нем щеткодержателем 6 и контактного диска 1 с корпусом 8ТС.003.114. В щеткодержателе 6 установлены три электрические щетки 7 с размерами 40×20 мм, подпружиненные спиральными пружинами 4 и

подсоединенные к щеткодержателю гибкими медными проводниками 3. Внешнее электрическое соединение осуществляется путем закрепления наконечника кабеля 9 двумя болтами 10 (диаметр резьбы М10) на выступе 8 щеткодержателя 6. Контактный диск 1 с корпусом 8ТС.003.114 устанавливаются на оси электровоза.



Устройство в сборе

Щеточный узел

Рис. 2.64. Буксовое токосъемное устройство UZB70-24U1:

1 — контактный диск; 2 — корпус; 3 — медные проводники; 4 — пружины спиральные; 5 — болты крепления; 6 — щеткодержатель; 7 — щетки электрические; 8 — выступ щеткодержателя; 9 — наконечник кабеля; 10 — болты

Буксовое токосъемное устройство UZB90-24U1 (рис. 2.65) состоит из корпуса 2 с установленным в нем щеткодержателем 6, и контактного диска 10 с фиксатором диска 11. В щеткодержателе 6 установлены четыре электрические щетки 7 размерами 40×20 мм, подпружиненные спиральными пружинами 4 и подсоединенные к щеткодержателю гибкими медными проводниками 3. Внешнее электрическое соединение осуществляется путем закрепления наконечника кабеля 9 двумя болтами 10 (диаметр резьбы М12) на выступе 8 щеткодержателя 6.

У обоих устройств (см. рис. 2.64 и 2.65) щеткодержатель 6 крепится болтами 5 на корпусе 2. Контактный диск 1 выполнен из бронзы для уменьшения силы трения и износа электрических щеток 7. При движении электровоза он поворачивается вместе с осью колесной пары.

Буксовое токосъемное устройство создает устойчивое электрическое сопротивление посредством контакта между электрически-

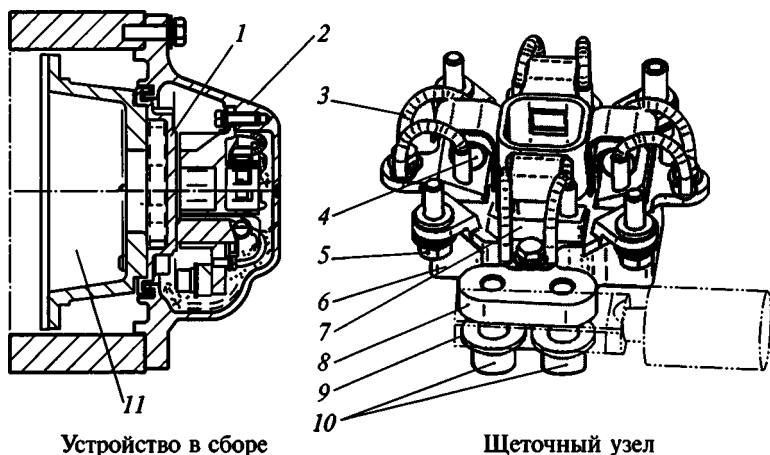


Рис. 2.65. Буксовое токосъемное устройство UZB90-24U1:

1 — контактный диск; 2 — корпус; 3 — медные проводники; 4 — пружины спиральные; 5 — болты крепления; 6 — щеткодержатель; 7 — щетки электрические; 8 — выступ щеткодержателя; 9 — наконечник кабеля; 10 — болты; 11 — фиксатор диска

ми щетками 7 и контактным диском 1. Это электрическое сопротивление включено параллельно значительно большему электрическому сопротивлению подшипника буксы и предотвращает протекание по нему тока, способного вызвать его электрическую коррозию. Потребляемый электровозом ток передается по цепи «кабель—электрические щетки 7 устройства—контактный диск 1 устройства—ось колесной пары—колесо—рельс».

### **Нагреватель электрический НЭ-31**

Нагреватель электрический НЭ-31 предназначен для обогрева блока БАРС ЦВИЯ.464514.006, входящего в радиостанцию.

Технические характеристики нагревателя электрического НЭ-31 приведены в табл. 79.

**Устройство и работа нагревателя электрического НЭ-31.** Нагреватель электрический НЭ-31 состоит из двух трубчатых электронагревателей U-образной формы типа ТЭН-60А 13/2,5Р 380 УЗ, залитых алюминиевым сплавом. Трубчатые электронагреватели соединены последовательно с помощью шины.

На электровозе нагреватель электрический НЭ-31 расположен в шкафу с электрооборудованием под блоком БАРС ЦВИЯ.464514.006

для обеспечения его предварительного подогрева при отрицательных температурах окружающего воздуха.

Таблица 79

Наименование параметра	Значение
Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом	104,4—121,8
Диапазон изменения питающего напряжения, В	210—230
Номинальная мощность, Вт	418
Род тока	Переменный
Охлаждение	Воздушное, естественное
Режим работы	Продолжительный
Рабочее положение	Произвольное
Габаритные размеры, мм	334×203×26
Масса, кг	3,5

## 2.5. Электронное оборудование

### 2.5.1. Источник питания цепей управления ИПЦУ-ЭП20 380/110-3У

Источник питания цепей управления (далее — ИПЦУ) предназначен для преобразования трехфазного напряжения 380 В (вход 1, 2) в бесперебойное напряжение  $(110 \pm 1,5)$  В постоянного тока питания бортовой сети (выход 1) и напряжение подзаряда аккумуляторной батареи (далее — АБ) 92KL125P с автоматическим регулированием напряжения на ней в зависимости от температуры окружающего воздуха в отсеке АБ (выход 2).

Технические характеристики ИПЦУ-ЭП20 380/110-3У приведены в табл. 80.

Таблица 80

Наименование параметра	Значение
Входы 1 и 2	
Род тока	Переменный
Число фаз	3

Наименование параметра	Значение
Значение линейного напряжения, В	380
Диапазон изменения напряжения, В	342—418
Номинальная частота, Гц	50±5
Максимальная потребляемая мощность, кВт·А	18
<b>Вход 3</b>	
Номинальное значение, В	110
Диапазон изменения напряжения постоянного тока, В	60—150
Максимальный коэффициент пульсаций напряжения, %	10
Максимальный ток потребления, А	80
<b>Выход 1 (питание электрооборудования)</b>	
Номинальное напряжение, В	110±5
Коэффициент пульсаций напряжения при номинальной мощности нагрузки, не более, %	1
Диапазон изменения тока нагрузки, А	3—82
Максимальный ток в течение 2 мин, не менее, А	100
Номинальная мощность, кВт	9,0
<b>Выход 2</b>	
Тип регулятора подзаряда — автоматическое регулирование напряжения в зависимости от температуры окружающей среды, с ограничением максимального тока	
Режим подзаряда АБ	Постоянный
Максимальный ток подзаряда, не более, А	25
Коэффициент пульсаций тока, не более, %	1
Точность корректировки напряжения подзаряда, В	±1
Напряжение подзаряда АБ при температуре окружающей среды, В: при +50 °С и выше от 0 до +50 °С от -50 до 0 °С при -50 °С и ниже	133,4 142,6—133,4 150,0—142,6 150,0





## 2.5.2. Устройство определения и контроля рода тока УОКРТ-464

Устройство определения и контроля рода тока УОКРТ-464 предназначено для определения и контроля рода тока в контактной сети, при работе электровоза на переменном (25 кВ) и постоянном (3 кВ) токе, а также управления переключателем рода тока (далее — ПРТ), токоприемником, главным и быстродействующим выключателями.

Технические характеристики УОКРТ-464 приведены в табл. 81.

Таблица 81

Наименование параметра	Значение
Сопротивление изоляции электрических цепей относительно корпуса в холодном состоянии при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150—69, не менее, МОм	20,0
Электрическая прочность изоляции разъемов относительно корпуса УОКРТ (при отключенном питании) должна выдерживать практически синусоидальное напряжение частотой 50 Гц в течение $(60 \pm 5)$ с, В	$1500 \pm 75$
Номинальное входное напряжение питания постоянного (пульсирующего) тока, В	110
Диапазон изменения питающего напряжения, В	77—137,5
Параметры аналоговых входных сигналов: — номинальное напряжение переменного тока с выхода высоковольтного измерительного трансформатора, соответствующее номинальному напряжению контактной сети 25 кВ 50 Гц, В — номинальное значение постоянного тока с выхода датчика напряжения, соответствующее номинальному напряжению контактной сети 3 кВ, мА	100  100
Параметры дискретных входных сигналов: — количество каналов дискретного ввода — тип сигнала — блокировочные контакты аппаратов — уровни напряжения дискретных входных сигналов, соответствующие состоянию блокировочных контактов, подключаемых к входам модуля, В: а) разомкнут б) замкнут	10     От 0 до 30 От 60 до 137,5

Наименование параметра	Значение
Параметры дискретных выходных сигналов: — количество каналов дискретного вывода — тип сигнала — контакты выходных реле — номинальное значение коммутируемого постоянного пульсирующего напряжения, В — пределы изменения коммутируемого постоянного пульсирующего напряжения, В — максимальное значение коммутируемого тока при индуктивной нагрузке и постоянной времени 15 мс, А	5 «сухой» контакт 110 От 77 до 137,5 5
Время определения нейтральной вставки (время, прошедшее с момента въезда токоприемника электровоза под нейтральную вставку до момента готовности УОКРТ выдать сигнал на переключение ПРТ), не более, с	0,8
Тип интерфейса для связи с микропроцессорной системой управления верхнего уровня и переносным компьютером	CAN
Объем энергонезависимой памяти, кБ	20
Габаритные размеры, мм	370×260×112
Масса, кг	6,7

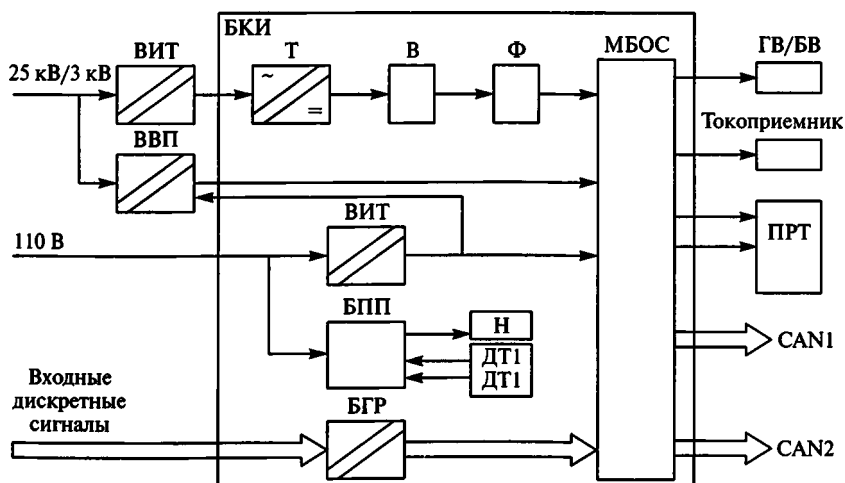


Рис. 2.67. Упрощенная структурная схема (блок-схема) УОКРТ-464

Упрощенная структурная схема УОКРТ-464 приведена на рис. 2.67. УОКРТ-464 выпускается по техническим условиям 6ТС.369.464ТУ.

Примечание. Подробное описание работы УОКРТ-464 см. в 6ТС.369.464РЭ.

### **2.5.3. Устройства шунтирующие**

#### **Устройства шунтирующие типа ШУ**

##### *Устройство шунтирующее ШУ-131*

Устройство шунтирующее ШУ-131 предназначено для снижения перенапряжений на катушках аппаратов, возникающих при коммутации.

Технические характеристики устройства шунтирующего ШУ-131 приведены в табл. 82.

*Таблица 82*

Наименование параметра	Значение
Максимальное перенапряжение между выводами в прямом направлении, В	750
Номинальное обратное напряжение постоянного или пульсирующего тока, В	110
Номинальное значение сопротивления, Ом	150
Масса, кг	0,009

Устройство шунтирующее ШУ-131 представляет собой цепочку, состоящую из последовательно соединенных диода типа КД257Г и резистора типа С2-33Н с наконечниками для подключения к выводам катушек. Для соединения выводов диода и резистора предназначена трубка. Вывод устройства шунтирующего с маркировкой «Е0» подключается к отрицательному выводу катушки — «МИНУС 110 В».

##### *Устройство шунтирующее ШУ-143, ШУ-144*

Устройство шунтирующее предназначено для ограничения перенапряжений на катушках аппаратов, возникающих при коммутации.

Технические характеристики устройства шунтирующего ШУ-143, ШУ-144 приведены в табл. 83.

Устройство шунтирующее представляет собой цепочку, состоящую из последовательно соединенных диода типа КД257Г и резистора типа С2-33Н с наконечниками для подключения к выводам

катушек. Вывод устройства шунтирующего с маркировкой «Е0» подключается к отрицательному выводу катушки — «МИНУС 110 В».

Таблица 83

Наименование параметра	Значение	
	ШУ-143	ШУ-144
Максимальное перенапряжение между выводами в прямом направлении, В	750	
Номинальное обратное напряжение постоянного или пульсирующего тока, В	110	
Номинальное значение сопротивления, Ом	150	
Масса, кг	0,007	0,0065

#### 2.5.4. Фильтр радиопомех ФР-1

Фильтр радиопомех ФР-1 включается в цепь первичной обмотки тягового трансформатора электровоза и предназначен для снижения уровня радиопомех.

Технические характеристики фильтра радиопомех ФР-1 приведены в табл. 84.

Таблица 84

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	25
Номинальная частота переменного тока, Гц	50
Номинальный ток в продолжительном режиме при скорости электровоза 45 км/ч с холодного состояния, А	800
Индуктивность, мкГн	$7,0 \pm 0,5$
Резонансная частота фильтра в диапазоне рабочей температуры, МГц	2,13
Резонансное сопротивление контура, не менее, кОм	12
Емкость, пФ	$930 \pm 50$
Рабочее положение	Горизонтальное
Масса, кг	6,5

*Примечание.* Установка на изолятор с номинальным напряжением 35 кВ.

Фильтр радиопомех (рис. 2.68) представляет собой гетинаксовую панель 1, на которой закреплены с помощью четырех шпилек изоляционная панель 3, крышка 5, катушка 2 и плата с конденсаторами 4. Катушка 2 выполнена из медной ленты и имеет выводы из медных шин, закрепленных с помощью двух болтов к несущей гетинаксовой панели 1. Для подключения внешнего монтажа предусмотрены разборные соединения, состоящие из болтов с гайками, шайбами и специальных фланцев.

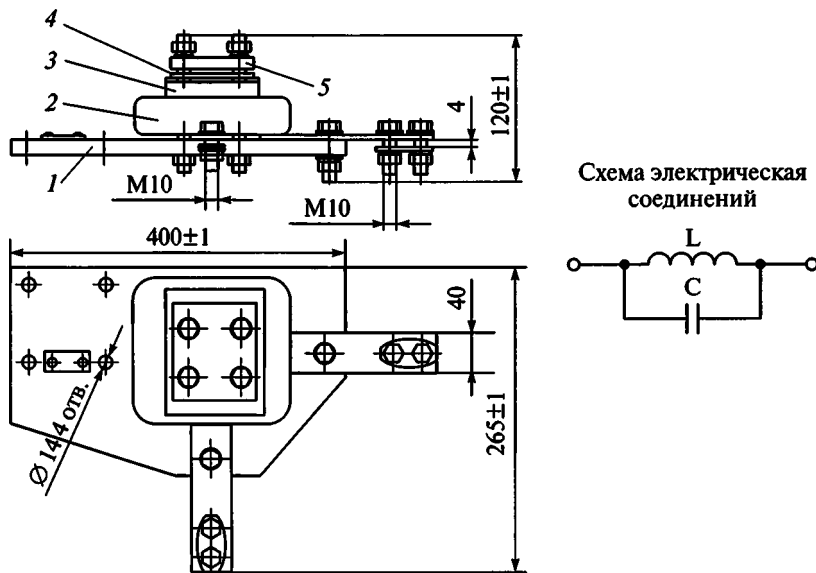


Рис. 2.68. Фильтр радиопомех ФР-1:

1 — панель гетинаксовая; 2 — катушка; 3 — панель изоляционная;  
4 — конденсаторы; 5 — крышка

Плата с конденсаторами 4 представляет собой печатную плату с впаянными в нее конденсаторами КВИ-1 и КВИ-2. Выводы платы с конденсаторами соединены с выводами катушки 2. Конструкция фильтра выполнена в исполнении У1 и предназначена для работы в этих условиях. Схема фильтра состоит из параллельно соединенных индуктивности  $L$  и платы с конденсаторами  $C$ . Настройка контура на резонансную частоту производится изменением количества параллельно включенных конденсаторов.

## 2.5.5. Панели диодов и элементов

### 2.5.5.1. Панели диодов типа ПД

#### *Панель диодов ПД-649*

Панель диодов ПД-649 предназначена для использования на электровозах в цепях управления постоянного (пульсирующего) тока.

Технические характеристики панели диодов ПД-649 приведены в табл. 85.

Таблица 85

Наименование параметра	Значение
Род тока	Постоянный, пульсирующий
Режим работы	Продолжительный
Номинальное напряжение относительно «земли», В	110
Неповторяющееся импульсное напряжение, В	1200
Номинальный средний прямой ток диода, А	10
Масса, кг	0,33

Панель диодов ПД-649 состоит из изоляционной панели с двумя отверстиями для крепления к несущей конструкции, двух диодов типа Д232-80, установленных на уголках-охладителях. Внешнее подключение проводного монтажа осуществляется с помощью зажима контактного типа WAGO.

Схема электрическая соединений представляет собой два встречно включенных диода V1 и V2.

#### *Панель диодов ПД-664*

Панель диодов предназначена для использования на электровозах в цепях управления постоянного (пульсирующего) тока.

Технические характеристики панели диодов ПД-664 приведены в табл. 86.

Панель диодов ПД-664 состоит из изоляционной панели с четырьмя отверстиями для крепления к несущей конструкции и восьми диодов типа Д212-10, установленных на уголках-охладителях. Внешнее подключение проводного монтажа осуществляется с помощью двух зажимов контактных типа WAGO.

Таблица 86

Наименование параметра	Значение
Род тока	Постоянный, пульсирующий
Режим работы	Продолжительный
Номинальное напряжение относительно «земли», В	110
Неповторяющееся импульсное напряжение, В	1200
Номинальный средний прямой ток диода, А	2
Масса, кг	0,48

Схема электрическая соединений представляет собой цепь из восьми диодов V1—V8, имеющих выводы на зажимах контактных X1, X2.

#### 2.5.5.2. Панель с элементами ПЭ-665

Панель с элементами ПЭ-665 предназначена для электрической развязки цепей управления и сигнализации.

Технические характеристики панели диодов ПЭ-665 приведены в табл. 87.

Таблица 87

Наименование параметра	Значение
Режим работы	Продолжительный
Род тока	Постоянный, пульсирующий
Номинальное напряжение относительно «земли», В	110
Неповторяющееся импульсное обратное напряжение, В	1600
Номинальный прямой ток диода (среднее значение), А	2
Номинальное значение сопротивления резистора, кОм	2,71
Масса, кг	0,54

Панель с элементами ПЭ-665 состоит из гетинаксовой панели, на которой размещены на уголках-охладителях девять диодов типа Д212-10, резистора типа С2-29В и двух колодок клеммных типа WAGO.



Для крепления панели с элементами к несущей конструкции предусмотрены четыре отверстия.

Схема электрическая соединений ПЭ-665 представляет собой девять диодов V1—V9 и резистор R1 с зажимами контактными X1, X2. Каждый элемент имеет собственный вывод на зажимах контактных, соединенных с помощью монтажного провода сечением 1,5 мм<sup>2</sup>. Для маркировки монтажных проводов применены термоусаживаемые трубки.

### **2.5.6. Контроллер машиниста электронный бесконтактный КМБ2**

Контроллер машиниста электронный бесконтактный КМБ2 предназначен для управления электровозом ЭП20 во всех рабочих режимах.

Технические характеристики контроллера машиниста электронного бесконтактного КМБ2 приведены в табл. 88.

*Таблица 88*

Наименование параметра	Значение
Количество отслеживаемых положений рукоятки, шт.	6
Время реакции контроллера машиниста, не более, с	0,05
Тип интерфейса	Последовательный гальванически развязанный, типа CAN2.0 B
Количество каналов связи, шт	2
Напряжение электропитания постоянного тока, В	24
Потребляемая мощность, не более, Вт	50
Диапазон рабочих температур, °С	От -40 до +60
Диапазон температур хранения, °С	От -50 до +70
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У2
Масса, не более, кг	3

Элементы контроллера машиниста рассчитаны на воздействие механических факторов внешней среды в части вибрационных и ударных нагрузок, оговоренных группой М25 по ГОСТ 17516.1—90.

**Устройство и работа КМБ-2.** Конструктивно контроллер машиниста представляет собой блок, встраиваемый в пульт управления машиниста. Контроллер разработан под управление левой рукой машиниста. На верхней части корпуса расположены элементы управления — ключ, рукоятка-манипулятор (в дальнейшем рукоятка), пьезоэлектрическая кнопка со светодиодным индикатором «СБРОС» и светодиодная индикация, отображающая заданные режимы работы локомотива. Область кнопки «СБРОС» имеет площадь не менее 230 мм<sup>2</sup>. Кнопка имеет круглую форму. Под лицевой панелью в нижней части на боковой стенке блока расположены соединители для подключения контроллера машиниста к коммуникационной сети электровоза и подачи питания к контроллеру. Внешний вид контроллера (сверху) показан на рис. 2.69.

В состав контроллера машиниста входят следующие основные узлы:

— микропроцессорный узел управления;

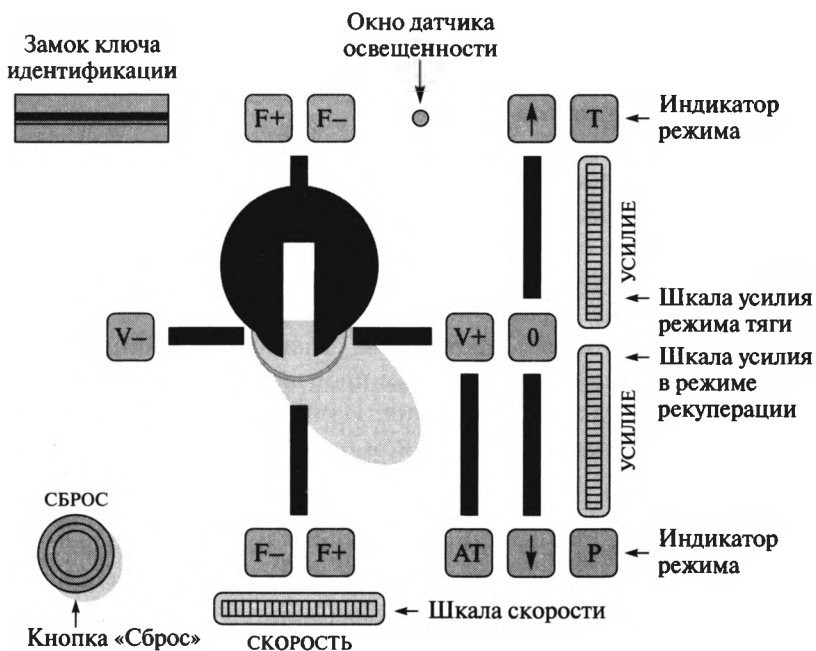


Рис. 2.69. Внешний вид КМБ2

- узел индикации, предназначенный для отображения режимов работы,
- управления световыми табло и шкалами, индицирующими режим, заданный с помощью контроллера;
- внутренний источник электропитания, предназначенный для формирования из бортового напряжения питания питающих напряжений, необходимых для функционирования контроллера. Для обеспечения заданного уровня надежности основные электронные узлы контроллера машиниста выполнены резервированными.

Блокирующее устройство предназначено для включения контроллера в работу и отключение его во время нахождения электровоза в технологическом отстое. Кнопочный выключатель «СБРОС» предназначен для подачи команд на снятие заданий скорости и тока (усилия) и на разбор силовой схемы, что необходимо для быстрой смены режима работы электровоза. Рукоятка контроллера может отклоняться в четырех направлениях и при отпускании возвращаться в нейтральное положение благодаря механизму самовозврата. С помощью рукоятки контроллера машиниста осуществляется выбор направления движения электровоза, изменение заданных значений скорости и тока (усилия), а также переход в режим тяги и электрического рекуперативного торможения.

После подачи питания на контроллер машиниста происходит проверка работоспособности контроллера машиниста. После самодиагностики, для включения в работу контроллера машиниста, необходимо в гнездо блокирующего устройства «ВКЛ» вставить ключ и разблокировать работу контроллера. С помощью рукоятки контроллера в систему управления электровоза вводится информация о направлении движения локомотива, заданных величинах скорости и тягового усилия (тока), а также производится переход в режим тяги и электрического торможения. Изменение величины задания скорости производится отклонением рукоятки контроллера машиниста по горизонтали.

В случае необходимости быстрого изменения режима работы с «ТЯГИ» на «ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ» или наоборот машинист может воспользоваться кнопкой «СБРОС», которая осуществляет быстрый сброс всех заданий. Выбранные режимы индицируются с помощью элементов подсветки, встроенных в лицевую панель.

*Примечание.* Подробное описание работы КМБ2 см. в ТЯБК.421243.003 РЭ.

### 2.5.7. Маневровый контроллер машиниста МКМ2

Маневровый контроллер машиниста электронный МКМ2 для электровоза ЭП20 предназначен для управления электровозом при выполнении маневровых работ, а также при отправлении поезда от пассажирской платформы, когда машинисту необходимо управлять электровозом, наблюдая за обстановкой вне электровоза из открытого бокового окна кабины.

Технические характеристики маневрового контроллера машиниста электронного МКМ2 приведены в табл. 89.

Таблица 89

Наименование параметра	Значение
Количество кнопок, шт.	9
Время реакции маневрового контроллера машиниста, не более, с	0,05
Тип интерфейса	Последовательный, типа CAN2.0B
Количество каналов связи, шт.	2
Номинальное напряжение электропитания, В	24
Потребляемая мощность, не более, Вт	30
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С	От –40 до +60
Диапазон температур хранения, °С	От –50 до +70
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150–69	У2

Элементы МКМ2 рассчитаны на воздействие механических факторов внешней среды в части вибрационных и ударных нагрузок, оговоренных группой М25 по ГОСТ 17516.1–90.

Конструктивно МКМ2 представляет собой цельную конструкцию и закреплен на стене кабины машиниста под боковым окном. На лицевой панели МКМ2 расположены пьезоэлектрические кнопки со светодиодными индикаторами. В нижней части на боковой стенке расположены соединители для подключения каналов связи и подачи электропитания к МКМ2.

МКМ2 состоит из следующих основных узлов:

— девять функциональных пьезоэлектрических кнопок (далее — кнопка) для задания команд управления электровозом в маневро-

вом режиме. Каждая кнопка снабжена трехцветным светодиодным индикатором, обеспечивающим визуализацию выполняемой команды;

- микропроцессорного узла, обрабатывающего сигналы кнопок, индикацию их режима работы, тактильное ощущение нажатия, передачу команд от кнопок по CAN-интерфейсу в коммуникационную сеть микропроцессорной системы управления (КСУД) электровоза;

- внутреннего источника электропитания, предназначенного для преобразования из внешнего напряжения электропитания, подводимого к МКМ2, напряжений, необходимых для функционирования его внутренних узлов.

Внешний вид блока МКМ2 приведен на рис. 2.70.

Перед тем как начать работать с маневровым контроллером, машинист должен перевести рукоятку главного контроллера электровоза в положение «0», иначе система управления электровоза не будет воспринимать задания, выдаваемые машинистом с маневрового контроллера. Работа машиниста с МКМ2 начинается с нажатия кнопки «ВКЛ/ОТКЛ». При этом загорается желтый индикатор, и в случае восприятия КСУД команды включения маневрового контроллера цвет индикатора меняется на зеленый. После установления связи с системой управления и самодиагностики МКМ2 переключает индикаторы всех остальных кнопок на свечение желтым цветом.

При нажатии любой кнопки МКМ2 по CAN-интерфейсу передает команду управления в КСУД электровоза и получает подтвер-

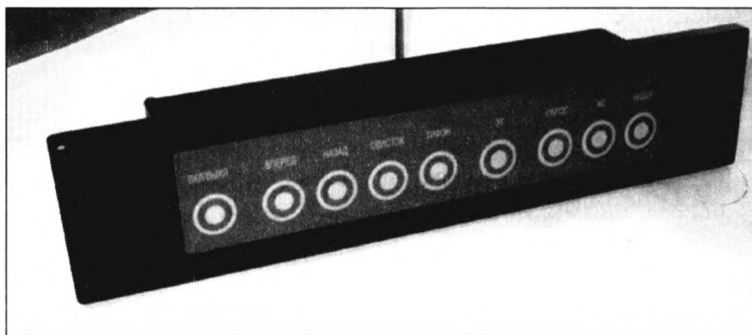


Рис. 2.70. Внешний вид МКМ2

ждение о приеме этой команды. Индикатор нажатой кнопки переключается на зеленый цвет свечения при условии принятия ее команды КСУД, в противном случае — меняет его на красный.

Примечание. Подробное описание работы МКМ2 см. в ТЯБК.421243.004 РЭ.

### **2.5.8. Блоки сенсорных клавиш БСК1, БСК2**

Блок сенсорных клавиш (далее — БСК) предназначен для ввода в систему управления электровозом команд на включение/выключение электрооборудования.

Технические характеристики блоков сенсорных клавиш БСК1, БСК2 приведены в табл. 90.

*Таблица 90*

Наименование параметра	Значение
Количество кнопок, шт.	8
Время реакции маневрового контроллера машиниста, не более, с	0,05
Тип интерфейса	Последовательный, гальванически развязанный, типа CAN2.0B
Количество каналов связи, шт.	2
Номинальное напряжение электропитания, В	24
Потребляемая мощность, не более, Вт	30
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °C	От –45 до +50
Диапазон температур хранения, °C	От –50 до +60

БСК выполнен в климатическом исполнении У категории размещения 2 по ГОСТ 15150—69;

Элементы БСК рассчитаны на воздействие механических факторов внешней среды в части вибрационных и ударных нагрузок, оговоренных группой М25 по ГОСТ 17516.1—90.

Конструктивно БСК представляет собой цельную конструкцию и встраивается в пульт управления машиниста под информационными блоками (дисплеями).

На лицевой панели БСК расположены пьезоэлектрические кнопки со светодиодными индикаторами. Каждая кнопка имеет свой

мнемознак, нанесенный на ее поверхность. Под лицевой панелью на боковой стенке расположены соединители для подключения двух CAN-каналов связи и подачи электропитания к БСК.

БСК состоит из следующих основных узлов:

- восемь функциональных пьезоэлектрических кнопок (далее — кнопка) для задания команд оперативного управления электровозом. Каждая кнопка снабжена трехцветным светодиодным индикатором, обеспечивающим визуализацию выполняемой команды;
- микропроцессорного узла, обрабатывающего сигналы кнопок, индикацию их режима работы, передачу команд от кнопок и признак активного устройства по CAN-интерфейсу в коммуникационную сеть микропроцессорной системы управления (КСУД) электровоза;
- внутреннего источника электропитания, предназначенного для преобразования из внешнего напряжения электропитания, подводимого к блоку СК, напряжения, необходимого для функционирования его внутренних узлов.

Формируемое напряжение имеет гальваническую развязку с цепями бортового источника электропитания.

На пульте управления машиниста располагаются БСК1 и БСК2. Сверху все функциональные кнопки снабжены надписями, поясняющими их назначение, а на поверхность кнопок нанесены соответствующие мнемознаки.

Внешний вид блоков БСК1, БСК2 приведен на рис. 2.71, 2.72.



Рис. 2.71. Внешний вид блока СК1



Рис. 2.72. Внешний вид блока СК2

После подачи питания на БСК происходит проверка работоспособности их кнопок. После самодиагностики, установления связи с системой управления (далее — СУЭ) и передачи признака адреса кабины управление БСК1 и БСК2 переключает индикаторы всех кнопок на свечение желтым цветом.

*Примечание.* Подробное описание работы БСК1 и БСК2 см. в ТЯБК.469136.172 РЭ и ТЯБК.469136.173РЭ соответственно.

### 2.5.9. Блок индикации ДМ1041

Блок индикации ДМ1041 предназначен для применения в системах управления магистрального и маневрового тягового подвижного состава железных дорог в качестве средства отображения информации о состоянии контролируемого оборудования.

Технические характеристики блока индикации ДМ1041 приведены в табл. 91.

Таблица 91

Наименование параметра	Значение
Количество точек	800×640
Размер точки, не более, мм	0,33×0,33
Яркость, не менее, кД/м <sup>2</sup>	500
Возможности регулировки яркости	Да
Размер экрана, мм	234×184 (12,1")
Процессор, тип	VIA V4 ULV
Тактовая частота, МГц	500
Объем оперативного запоминающего устройства, не менее, Мбайт	256
Объем постоянного запоминающего устройства, не менее, Мбайт	700
Количество дополнительных стандартных Flash объемом 2 Гбайт (4 Гбайт или 8 Гбайт)	2
Количество последовательных каналов типа Ethernet	1
Количество последовательных каналов типа MVB	1
Количество внешних последовательных каналов типа RS-232	1



Наименование параметра	Значение
Количество внешних последовательных каналов типа USB	2
Количество многофункциональных программируемых сенсорных клавиш	32
Наличие автоматической подсветки сенсорных клавиш	Да
Операционная система	QNX
Наличие звукового синтезатора	Да
Мощность звукового выходного сигнала, не менее, Вт	2
Диапазон напряжения питания, В	От 24 до 154
Допустимые отклонения напряжения питания от номинального значения, не более, %	40
Потребляемая мощность, не более, Вт	45
Потребляемая мощность на предварительный подогрев, не более, Вт	45
Рабочий диапазон температур, °С	От –40 до +75
Режим хранения в течение 20 ч, °С	От –50 до +75
Масса, не более, кг	6

Блок индикации ДМ1041 состоит из:

- блока питания;– платы управления;
- процессорной платы с процессорным модулем;
- цветного графического SVGA TFT-дисплея с размером экрана 12,1" (31 см) по диагонали;
- многофункциональной псевдосенсорной клавиатуры (32 клавиши);
- лампы подсветки с регулируемой яркостью при помощи ШИМ модуляции;
- устройства подогрева;
- звукового синтезатора с усилителем звуковых частот;
- дополнительными интерфейсными контроллерами (CAN, Ethernet, USB).

Блок питания обеспечивает гальваническую развязку внутренних цепей блока индикации от внешнего источника питания и формирование напряжений, необходимых для работы его узлов и систем.

Плата управления предназначена для формирования и усиления сигналов, управляющих исполнительными устройствами блока индикации. Исполнительными устройствами, подключаемыми к плате управления, являются: устройство подогрева и встроенная клавиатура, располагаемая на передней панели вокруг экрана дисплея. Люминесцентная лампа подсветки устанавливается в специальных держателях непосредственно на плате управления. При помощи кабеля к плате подключен внешний разъем X2, предназначенный для подключения внешней клавиатуры.

Процессорная плата предназначена для обеспечения связи между платой управления TFT-дисплеем и процессорным модулем. К процессорной плате подключаются плата управления, TFT-дисплей и внешние разъемы X2—X8 и, при необходимости, дополнительное устройство CF-Card.

Процессорный модуль, в свою очередь, содержит: контроллер SVGA дисплея с видеопамью (видео ОЗУ), контроллеры последовательных интерфейсов COM1, Ethernet, USB и оперативное запоминающее устройство объемом 256 Мбайт.



Рис. 2.73. Дисплейный модуль типа ДМ1041 (блок индикации)

Дисплейные модули (блоки индикации БИЗ и БИ4) типа ДМ1041 (рис. 2.73) устанавливают в кабинах на пультах машиниста и подключают к коммуникационной сети.

### **2.5.10. Система теплового контроля СТК 3**

Система температурного контроля (далее — СТК) предназначена для контроля температуры следующих узлов и агрегатов электровоза:

- статоров тяговых двигателей,
- тормозных резисторов,
- подшипников двигателей,
- подшипников букс,
- подшипников редукторов,
- другие узлы и агрегаты, нуждающиеся в температурном контроле.

Технические характеристики системы температурного контроля СТК 3 приведены в табл. 92.

Таблица 92

Наименование параметра	Значение
Диапазон напряжения питания при номинальном значении 110 В постоянного тока, В	От 80 до 140
Диапазон измеряемых температур для датчиков типа Pt100 и Pt1000, °С	От –55 до +240
Диапазон вычисляемых температур для тормозных резисторов, °С	От –55 до +1000
Разрешающая способность измерения температуры, °С: для датчиков типа Pt100 или Pt1000 при вычислении температуры тормозных резисторов	Не хуже 3 Не хуже 10
Предел основной погрешности измерения температуры, %	± 5

Система СТК представляет собой распределенную систему сбора информации, состоящую из функционально объединенных измерительных преобразователей, выполненных в виде отдельных конструктивных блоков и модулей и использующую в качестве линии связи между компонентами системы шину CAN.

СТК начинает вычислять температуру тормозных резисторов (БТР) после протекания через них тока более 80 А, до достижения

этого значения тока значение температуры БТР поступает с терморезистора, расположенного рядом.

Для компенсации разбросов элементов, задействованных для вычисления температуры БТР, СТК имеет калибровку с сохранением результатов калибровки. Калибровка должна включаться только после отстоя электровоза в течение 10–12 ч.

Пределы допускаемого значения приведенной дополнительной погрешности измерения температуры, вызванной изменением температуры окружающего воздуха относительно 20 °С, на каждые 10 °С (в диапазоне рабочих температур от –50 до +60 °С) — не более  $\pm 0,5\%$ .

Выход на рабочий режим при температуре окружающего воздуха –50 °С не более 30 мин.

Конструктивно система СТК состоит из модулей управления (далее — МУ СТК), устанавливаемых в блоки управления оборудования (далее — БУО) и подключаемых к ним по шине CAN блоков температурного контроля (далее — БТК) с термодатчиками, расположенных в оборудовании электровоза.

Блоки температурного контроля устанавливаются на минимально возможном расстоянии от контролируемого оборудования и подключаются к встроенным в оборудование электровоза датчикам. Места установки блоков БТК:

- на раме тележки для контроля температуры букс, двигателя и т.д.
- в отсеке тормозных резисторов;
- в отсеках электровоза.

*Примечание.* Подробное описание работы СТК 3 см. в СТК.405514.008РЭ.

### ***2.5.11. Система обеспечения микроклимата СОМ***

Система обеспечения микроклимата (далее — СОМ) предназначена для регулирования и автоматического поддержания нормируемых параметров микроклимата в кабине управления электровоза на стоянке и при движении до 200 км/час.

СОМ состоит из следующих подсистем:

- системы кондиционирования воздуха;
- электрокалориферов;
- плоских нагревательных панелей (ПЭН);
- печей (конвекционных);
- воздушонагревателей тепловой завесы двери кабины;
- датчиков температуры воздуха в кабине и наружного воздуха;

- датчика влажности;
- блока управления со встроенным табло;
- шкафа коммутации (включая регуляторы напряжения по количеству функциональных групп).

*Примечание.* Подробное описание работы СОМ см. в эксплуатационной документации предприятия-изготовителя 501-000 РЭ.

### **2.5.12. Безопасный локомотивный объединенный комплекс БЛОК**

Безопасный локомотивный объединенный комплекс (далее — БЛОК) предназначен для повышения безопасности движения электровоза в поездной и маневровой работе путем приема сигналов от путевых устройств АЛСН и АЛСН ЕН, цифрового радиоканала и отображения их машинисту, исключения несанкционированного движения электровоза, контроля скорости движения, контроля торможения перед светофором с запрещающим сигналом, контроля бдительности машиниста, автоматического управления торможением поезда.

Питание комплекса БЛОК осуществляется от бортовой сети электровоза через автоматический выключатель «БЛОК» SF55.

Центральным ядром комплекса БЛОК является системный шкаф А280, к которому через локальную сеть подключены остальные блоки данной системы. В системный шкаф А280 от различных устройств передается следующая информация:

- сигналы АЛСН и АЛСН-ЕН;
- частота вращения первой и шестой колесных пар электровоза;
- информация о работе электропневматического клапана автостопа;
- значения давления сжатого воздуха в уравнительных резервуарах, тормозных цилиндрах и тормозной магистрали;
- состояние кнопочных выключателей S131-S134 «ТРЕВОГА»;
- состояние рукояток бдительности S115-S120;
- включение свистка и тифона;
- направление движения электровоза;
- включенное состояние главных компрессоров;
- отсутствие задания на тягу и скорость;
- наличие электрического торможения;
- номер рабочей кабины электровоза;

– диагностическая информация о работе оборудования системы БЛОК.

В системный шкаф А280 также поступает информация от антенн поездной радиосвязи, системы спутниковой навигации, канала связи типа GSM.

Блок А280 связан с блоком А73 и системой управления электроваза по интерфейсному каналу связи.

По проводам L45 и L46 системный шкаф воздействует на электропневматический клапан автостопа, конструктивно входящий в блок А73.

Блок индикации А79 (А80) предназначен для отображения на экране следующей информации:

– поездной и диагностической информации системы безопасности;

– координаты пути и текущего времени;

– фактической скорости и расчетного тормозного коэффициента;

– программного ускорения/замедления;

– допустимой и целевой скорости;

– давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах, тормозной магистрали, уравнительном резервуаре;

– несущей частоты АЛСН;

– название станции и номера пути;

– сигналов «ВНИМАНИЕ!» и «ЗАПРЕТ ОТПУСКА»;

– сигналов локомотивного светофора, соответствующего сигналу АЛСН.

Также блок индикации А79 (А80) выполняет функции приема сигналов о положении рукояток бдительности, ввода и отображения локомотивных и поездных характеристик.

Блок регистрации А269 (А270) предназначен для записи оперативной информации о движении поезда, диагностической информации о работе оборудования комплекса БЛОК, локомотивных и поездных характеристик в кассету регистрации.

Блок А277 (А278) предназначен для выполнения следующих функций:

– приема и обработки информации от приемных катушек L31—L34;

– формирования и передачи в блок А280 информации о показаниях светофоров, количестве незанятых блок-участков, характере маршрута движения;

- выполнения автоматического переключения каналов АЛСН;
- формирования и передачи в блок А280 диагностической информации.

Приемные катушки L31—L34 предназначены для передачи сигналов АЛСН и АЛСН-ЕН в блоки А277 и А278. Данные катушки подключены к блокам А277 и А278.

Подсистема контроля психофизиологического состояния машиниста предназначена для контроля и индикации уровня бодрствования машиниста по условной шкале. Эта подсистема выдает информацию о снижении уровня бодрствования машиниста ниже критического (преддремотное состояние, потеря сознания и т.д.).

Вышеупомянутая подсистема состоит из следующих составных частей:

- прибора ТСКБМ-Н А283 (А284), представляющего собой телеметрический датчик, одевающийся на запястье машиниста;
- блока ТСКБМ-ПСАН А281 (А282), предназначенного для приема, первичной обработки информации, передаваемой по радиоканалу от прибора ТСКБМ-Н, передачи ее по локальной сети в системный шкаф А280 и визуального отображения уровня бодрствования машиниста на светодиодном индикаторе.

Пульт речевой информации ВА5 (ВА6) предназначен для воспроизведения речевой информации по сигналам от системного шкафа А280.

Переключатель «ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ САУТ» SA41 (SA42) предназначен для включения или отключения комплекта оборудования системы САУТ, конструктивно входящего в системный шкаф А280.

Узел стыковки интерфейсов А271 (А272) предназначен для надежного соединения интерфейсных кабелей комплекса БЛОК, проходящих через поперечную стенку кабины электровоза.

Блок связи с датчиками угла поворота А273 предназначен для выполнения следующих функций:

- приема данных от датчиков угла поворота BR21 и BR22;
- контроля работоспособности датчиков BR21 и BR22 по каждому каналу и передачи соответствующей информации в блок А280;
- вычисления значения фактической скорости движения электровоза с последующей передачей этой информации в блок А280;
- вычисления вектора ускорения с последующей передачей этой информации в блок А280;

- вычисления пройденного электровозом пути с последующей передачей этой информации в блок А280;
- выбор работоспособного датчика по результатам проверок с последующей передачей этой информации в блок А280;
- передачи диагностической информации о работоспособности блока.

Датчики угла поворота BR21 и BR22 предназначены для преобразования угла поворота оси колесной пары в дискретные электрические сигналы с целью контроля направления движения, пройденного пути, скорости и ускорения электровоза. Данные датчики подключены к блоку А273.

Датчики BR21 и BR22 расположены на буксах первой и шестой колесных парах.

Блок управления тормозами А279 предназначен для выполнения следующих функций:

- осуществления функции служебного торможения по проводам L6—L8;
- выдачи управляющего сигнала системе управления электровоза на отключение тяги по проводу L101;
- выдачи управляющего сигнала блоку А73 для принудительной остановки электровоза по проводу L21;
- выдачи управляющего сигнала на включение экстренного торможения по проводам L41 и L42 при отключении машинистом электропневматического клапана автостопа на время более 7—10 с.

*Примечание.* Подробное описание работы комплекса БЛОК см. в эксплуатационной документации завода-изготовителя 36905-000-00 РЭ.

### **2.5.13. Блок управления гребнесмазывателем БУГС**

Блок управления гребнесмазывателем (далее — БУГС) предназначен для управления автоматическим гребнесмазывателем (далее — АГС).

Технические характеристики блока управления гребнесмазывателем БУГС приведены в табл. 93.

Изделие сохраняет работоспособность при изменении полярности питающего напряжения.

Конструктивно БУГС выполнен в виде моноблока. Корпус блока изготовлен из ударопрочного и термостойкого пластика, мате-



риал — поликарбонат. Корпус оснащен прочными петлями и открывающейся прозрачной дверкой. Внутри корпуса установлена плата управления и плата индикации. На плате управления расположены платы ключей, датчиков и плата CAN-интерфейса.

*Примечание.* Подробное описание работы БУГС см. в БУГС.667522.005РЭ.

*Таблица 93*

Наименование параметра	Значение
Диапазон изменения напряжения питания, В	От 22 до 143
Коэффициент пульсаций для номинальных значений напряжения питания 24, 50, 75, 110 В, не более, %	100
Параметры сигналов «ТОРМОЗ 1», «ТОРМОЗ 2», «ПЕСОК» и «ВПЕРЕД»: активный уровень, В пассивный уровень, В	От 22 до 143 От 0 до 12
Требования к входному каналу обработки сигналов от датчиков скорости (пути): напряжение на входе канала, В диапазон изменения тока во входной цепи, мА	12,0 ± 0,5 От 10 до 20
Максимальная скорость подвижного состава, км/ч	300
Максимальное значение тока, коммутируемого по каждому из выходных каналов управления, не более, А	0,8
Время выхода изделия на рабочий режим, не более, мин	1
Масса, не более, кг	4

#### **2.5.14. Комплект тормозного оборудования КТО 400**

Комплект тормозного оборудования (далее — КТО) КТО 400 предназначен для обеспечения требуемого тормозного пути электровоза при заданных скоростях, с сохранением целостности поверхностей катания колесных пар при любых условиях эксплуатации, за счет применения:

- автоматического пневматического тормоза;
- электропневматического тормоза;
- вспомогательного локомотивного тормоза;
- автоматического стояночного тормоза;
- противоюзной защиты магистрального пассажирского электровоза ЭП20.

Комплект тормозного оборудования выпускается по ТУ3184-092-05756760-2009.

*Примечание.* Подробное описание работы комплекса КТО 400 см. в эксплуатационной документации завода-изготовителя 400.000 РЭ.

### **2.5.15. Система видеонаблюдения**

Система видеонаблюдения предназначена для визуального наблюдения за обстановкой в машинном отделении и кабинах и контроля пожароопасных зон (помещений) с отображением на мониторах видеoinформации, получаемой от видеокамер, устанавливаемых в кузове и в кабинах машиниста и записи изображения на цифровой регистратор событий.

Подсистема видеонаблюдения номинально относится к системе «нижнего уровня». Подсистема видеонаблюдения посредством Ethernet-канала подключается к блокам индикации БИЗ и БИ4, входящими в состав системы отображения информации (далее — СОИ). Подсистема видеонаблюдения содержит собственный видеорегистратор, в котором фиксируется информация, поступающая с камер видеонаблюдения.

*Примечание.* Подробное описание подсистемы видеонаблюдения СВ-ТПС приведено в эксплуатационной документации завода-изготовителя А174.421411.004 РЭ.

### **2.5.16. Блок дискретного ввода БДВ**

Блок дискретного ввода (далее — БДВ) предназначен для сбора информации о состоянии узлов электровоза, контроля параметров напряжения 24 В.

Технические характеристики блока дискретного ввода БДВ приведены в табл. 94.

*Таблица 94*

Наименование параметра	Значение
Напряжения питания, В	50±5
Потребляемая мощность, Вт	8
Габаритные размеры с учетом крепления, мм	240×240×90
Диапазон рабочей температуры окружающей среды, °С	От –40 до +60
Диапазон температуры хранения, От °С	От –50 до +70

Наименование параметра	Значение
Относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, не более, %	80
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150—69	У2
Масса блока, не более, кг	2,5
Количество последовательных каналов связи*: в том числе последовательный гальванически развязанный, типа CAN2.0В	2
последовательный локальный цифровой	2
Скорость обмена, не более, Мбит/с	1
Количество каналов дискретного ввода	16
Тип	Сухой контакт
Диапазон входных напряжений, В	От 36 до 150
Количество каналов аналогового ввода	2
Диапазон изменения входных сигналов, В	От 22 до 26

\* Каждый последовательный канал должен быть гальванически развязан.

БДВ должен нормально функционировать при воздействии внешних климатических факторов:

В состав БДВ входят:

- корпус;
- источник электропитания, предназначенный для преобразования внешнего напряжения электропитания, подводимого к БДВ, в напряжения, необходимые для функционирования его внутренних узлов;
- аналоговый узел, содержащий два аналоговых входа для контроля выходных напряжений источников 24 В;
- узел дискретного ввода, содержащий шестнадцать дискретных входов типа «СУХОЙ КОНТАКТ»;
- микропроцессорный узел, обрабатывающий сигналы дискретных и аналоговых входов и обеспечивающий передачу состояния дискретных входов и признаки выхода за пределы нормальных значений напряжений на аналоговых входах по последовательному CAN-каналу связи в коммуникационную сеть микропроцессорной системы управления (КСУД) электровоза;

– узел индикации, предназначенный для отображения наличия напряжения питания и обмена по последовательному CAN-каналу связи и локальному цифровому интерфейсу;

– соединители для подключения дискретных и аналоговых входов, соединители для подключения каналов связи и подачи электропитания в БДВ.

Выполняемые функции определяются загруженным в БДВ прикладным программным обеспечением.

БДВ в соответствии с установленным программным обеспечением (ПО) обеспечивает выполнение следующих функций:

– сбор информации о состоянии узлов электровоза, контроль параметров напряжения 24 В;

– преобразование сформированных данных для передачи по последовательному CAN-каналу связи в КСУД;

– двусторонний обмен данными между БДВ и блоками СК1, СК2, МКМ2 по локальному цифровому каналу связи;

– индикацию выполняемых команд на встроенном индикаторе блока.

*Примечание.* Подробное описание работы комплекса БДВ см. в ТЯБК.469136.179 РЭ.

## **2.6. Электрические цепи**

### **2.6.1. Система управления электровозом СУЭ**

Система управления электровозом ЭП20 (далее СУЭ) предназначена для управления всеми функциональными системами электровоза (тяговым и вспомогательным приводами, аппаратами цепей управления, защиты, устройствами безопасности движения, автоведения, а также диагностики основного оборудования и самодиагностики).

Все функции управления оборудованием электровоза, требующие логической последовательности, такие как управление токоприемниками, быстродействующим и главным выключателями, контакторами вспомогательного привода, тяговыми и вспомогательными преобразователями и другими устройствами, отрабатываются по командам, получаемым с пульта и от контроллера машиниста с учетом сигналов датчиков, предусмотренных схемой электровоза.

Система управления обеспечивает возможность тестирования схемы электровоза, его узлов и системы управления на стоянке перед отправлением поезда. При наличии неисправностей предусмотрен запрет на подъем токоприемников, включения быстродействующего и главного выключателей. Также предусмотрена возможность включения быстродействующего или главного выключателя, подъема токоприемника после длительного отстоя при температуре окружающей среды ниже  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Трехуровневая СУЭ состоит из системы «верхнего уровня», систем «среднего уровня» и системы «нижнего уровня».

Структурно-иерархическая схема СУЭ приведена на рис. 2.74 (система «нижнего уровня» не показана).

Системой «верхнего уровня» является СУЛВУ — система управления локомотивом верхнего уровня.

Системы «среднего уровня»:

СУТП — система управления тяговым приводом фирмы ALSTOM;

СБД — система безопасности движения, состоящая из комплекса БЛОК и комплекта КТО;

СОИ — система отображения информации;

СУО — система управления оборудованием.

Система «нижнего уровня» состоит из набора функционально законченных блоков, выполняющих элементарные функции по сбору информации, заданию управляющих воздействий, управлению отдельными устройствами электровоза и совокупностью датчиков, твердотельных реле, исполнительных устройств.

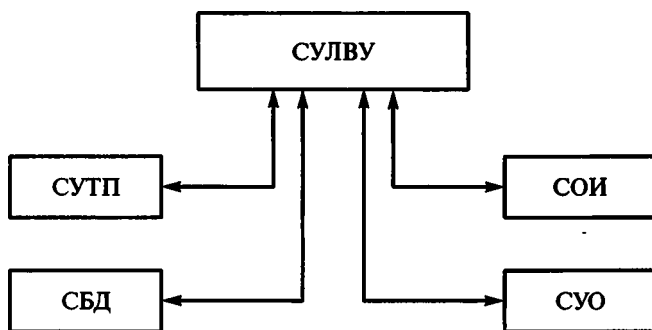


Рис. 2.74. Структурная иерархия системы управления электровозом

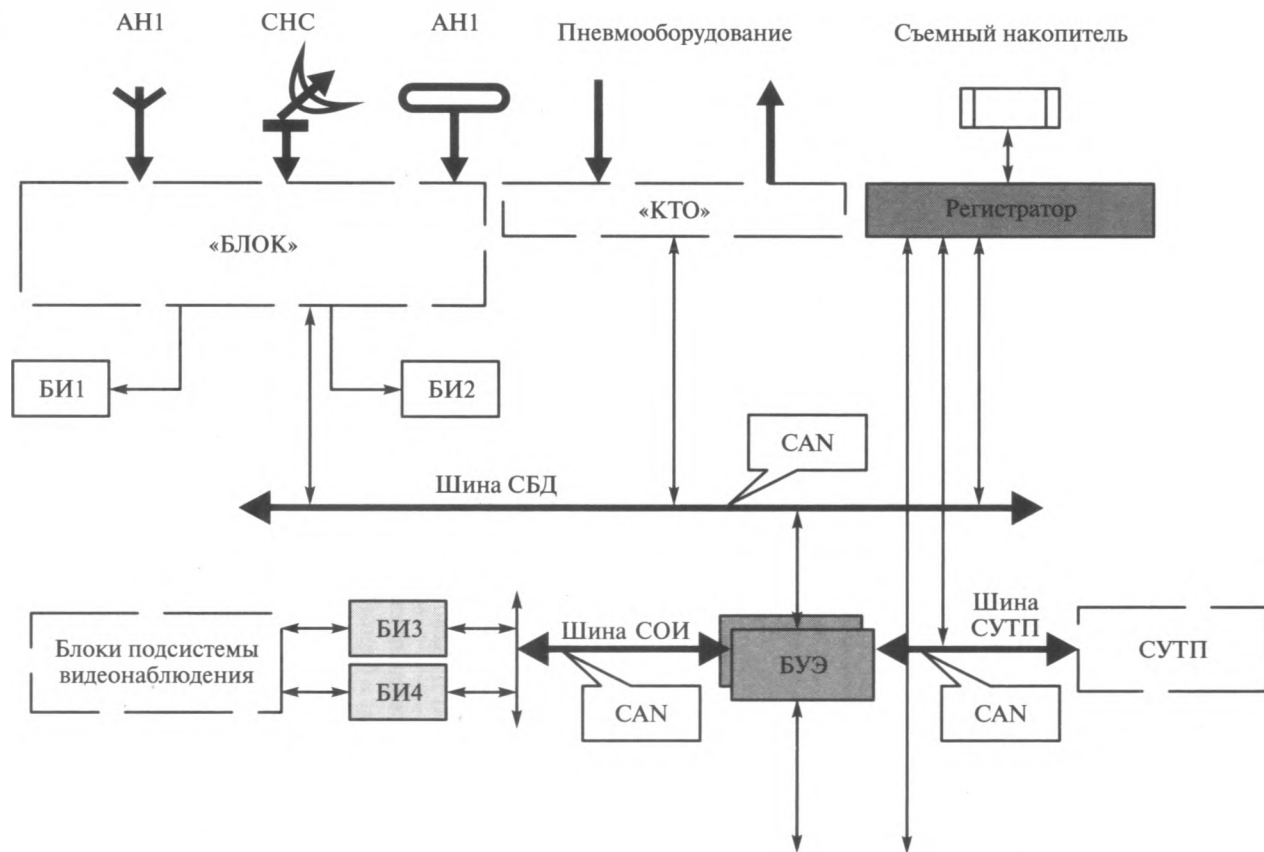
Блоки системы «нижнего уровня» связаны коммуникационными каналами с такими системами «среднего уровня», как СУО и СОИ.

Структурная схема аппаратных средств СУЭ ЭП20 дана на рис. 2.75.

Основные технические характеристики системы управления электровозом приведены в табл. 95.

Таблица 95

Наименование параметра	Значение
Тип последовательных каналов связи: системный (между модулями системы) информационный	CAN, версия 2.0B Ethernet 10/100
Общее количество входных дискретных сигналов, не менее, шт.	250
Общее количество выходных дискретных сигналов, не менее, шт.	150
Диапазон изменения напряжения питания, В	От 47,5 до 52,5
Потребляемая мощность, не более, Вт	90
Род тока	Постоянный
Коэффициент пульсаций, не более, %	1
Диапазон изменения напряжения подогрева В,	От 104,5 до 115,5
Потребляемая мощность, не более, Вт	
Род тока	Постоянный
Коэффициент пульсаций, не более, %	1
Амплитуда перенапряжений длительностью 5 мс, возникающих в бортовой сети электровоза, не более, В	500
Диапазон рабочих температур, °С (при включенном подогреве)	От –50 до +60
Диапазон температур хранения, °С	От –50 до +60



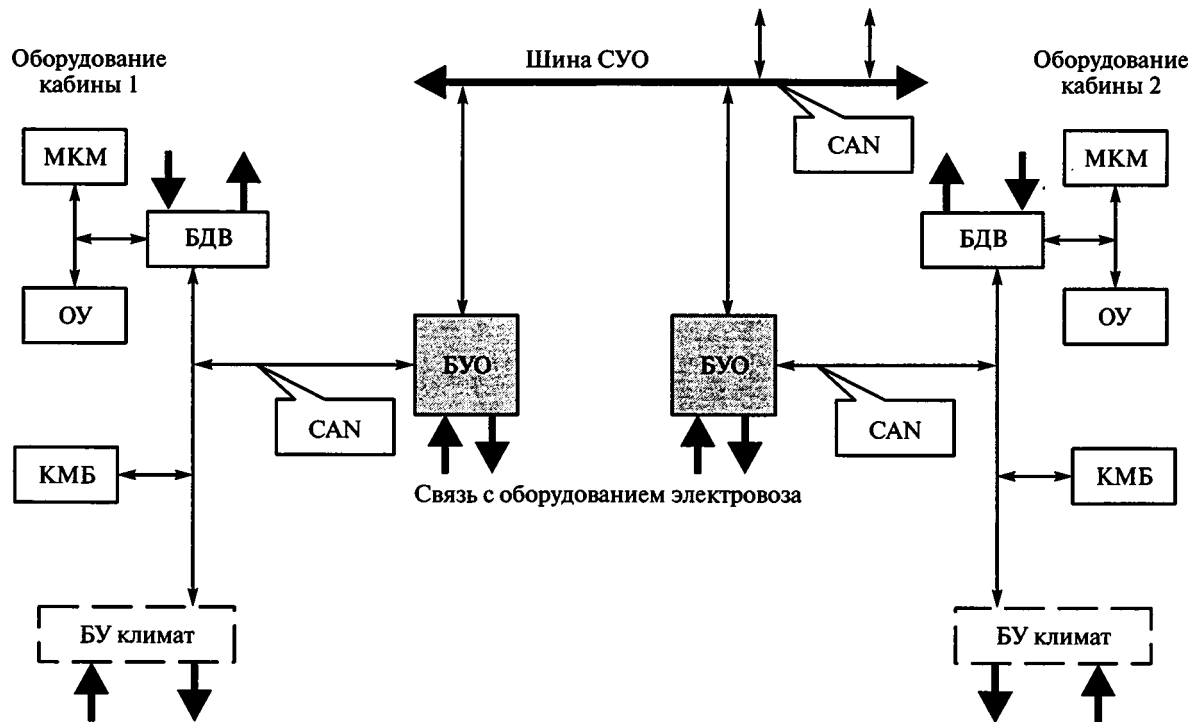


Рис. 2.75. Структурная схема аппаратных средств системы управления



### **2.6.2. Система управления локомотивом верхнего уровня СУЛВУ**

Система управления локомотивом верхнего уровня СУЛВУ состоит из двух блоков управления электровозом БУЭ (основного и резервного, работающего в «горячем» резерве) и блока регистратора.

СУЛВУ предназначена для:

- выполнения рабочей программы управления электровозом;
- формирования диагностических сообщений;
- организации обмена информацией с системой безопасности движения СБД, состоящей из безопасного локомотивного объединенного комплекса БЛОК и комплекта тормозного оборудования КТО;
- организации обмена информацией с модулями, входящими в состав блоков БУО системы управления оборудованием СУО;
- организации обмена информацией с оборудованием кабин;
- фиксации в течение всей поездки состояния и параметров системы безопасности движения, систем управления тяговым приводом и вспомогательным оборудованием, а также регистрации информационных, диагностических и аварийных сообщений.
- регистрации в энергонезависимой памяти параметров движения поезда на маршруте;
- хранения зарегистрированных данных в энергонезависимой памяти.

Основные технические характеристики СУЛВУ электровоза приведены в табл. 96.

Таблица 96

Наименование параметра	Значение
Внешние (периферийные) каналы связи с другими блоками:	
гальванически развязанный последовательный канал обмена информацией, тип	CAN 2.0B
количество каналов	8
максимальная скорость обмена, Мбит/с	1
Номинальное напряжение питания, В	50
Потребляемая мощность, не более, Вт	90
Рабочий диапазон температур, °С*	От –50 до +60

Наименование параметра	Значение
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Воздушное, естественная конвекция
Номинальное напряжение подогрева, В	110
Потребляемая мощность по цепям подогрева, не более, Вт	300*
Масса, не более, кг	26,5

\* При включенном подогреве.

### 2.6.2.1. Блок управления электровозом БУЭ

Блок управления электровозом БУЭ-332 представляет собой совокупность программно-аппаратных средств, предназначенных для управления подсистемами электровоза. Блок управления электровозом БУЭ-332 входит в состав СУЛВУ электровоза и, фактически, является центральным ядром СУЭ. Блоки БУЭ-332 (на электровозе их два — основной и резервный) соединены с подсистемами электровоза шинами правления, состоящими из восьми CAN-каналов, одни из которых (CAN01, CAN03, CAN05, CAN07) являются основными (главными), вторые (CAN02, CAN04, CAN06, CAN08) — резервными (дополнительными).

БУЭ-332 предназначен для выполнения следующих функций:

- формирования диагностических и информационных сообщений и передачи этих сообщений по дублированному CAN-каналу в блоки индикации СОИ;
- выполнения рабочей программы управления электровозом;
- формирования диагностических сообщений для записи в блок регистратора;
- формирования команд задания величины силы тяги электровоза, режима работы (тяги или торможения), направления движения и передачи этих команд в СУТП по каналу типа CAN-Open;
- организации обмена информацией по каналу типа CAN с СБД, состоящей из комплекса БЛОК и комплекта КТО;
- организации обмена информацией с модулями, входящими в состав блоков БУО системы управления оборудованием СУО;

- организации обмена информацией с оборудованием кабин;
- управления резервированием ячеек модулей МПК и МРК, входящих в состав блоков управления оборудованием СУО.

Основные технические характеристики БУЭ-332 приведены в табл. 97.

Таблица 97

Наименование параметра	Значение
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150	У2
Группа механического исполнения по ГОСТ17516.1—90	M25
Степень защиты по ГОСТ 14254—96	IP20
Тип интерфейсного канала связи	CAN, версия 2.0B
Количество интерфейсных каналов связи	4
Максимальное количество модулей	5
Номинальное напряжение питания, В	50
Максимальный потребляемый ток, не более, А	2
Рабочий диапазон температур, °С	От –50° до +60
Режим работы	Продолжительный
Охлаждение	Естественная конвекция
Масса блока, не более, кг	5

\* При включенном подогреве.

В состав БУЭ-332 входят:

- каркас блока управления;
- модуль питания IPWR104HR-H — 1 шт.;
- процессорный модуль CPC-30403 — 2 шт.;
- модуль интерфейсов NIM351-02-4 шт.;
- коммуникационно-навигационный модуль CNM350-01-1 шт.;
- плата управления обогревом ПУО-812 — 1 шт.

Структурная схема БУЭ-332 дана на рис. 2.76.

Назначение составных частей БУЭ:

– *модуль питания (далее — МП) IPWR104HR-H* предназначен для формирования стабилизированных напряжений, необходимых для питания электронных съемных модулей блока БУЭ-332 системы

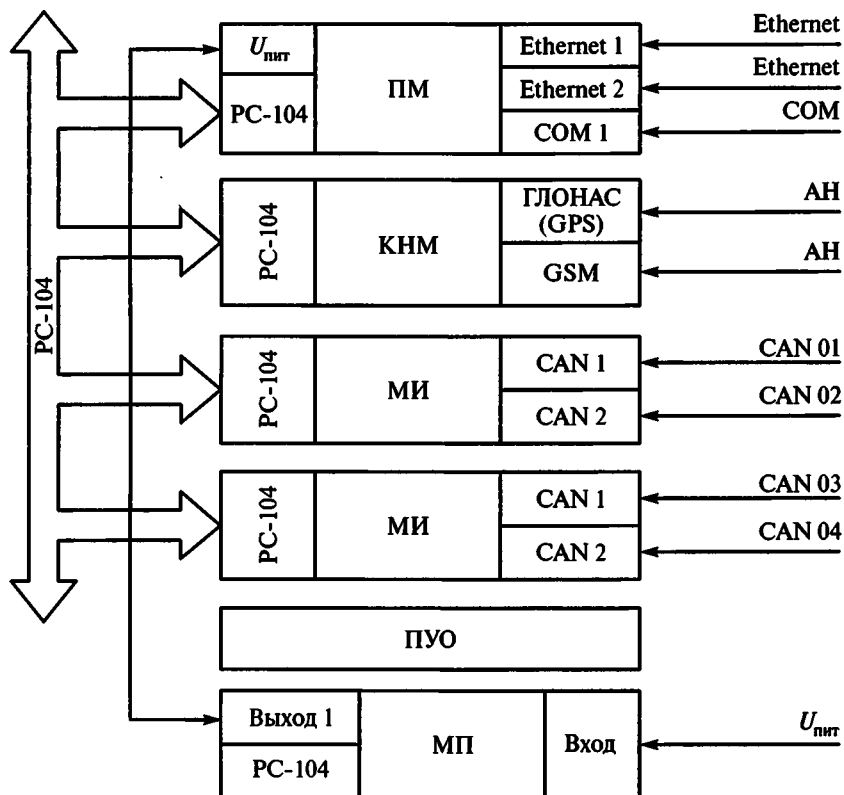


Рис. 2.76. Структурная схема БУЭ-332

управления электровозом СУЭ из напряжения бортовой сети 50В. Модуль питания IPWR104HR-H обеспечивает защиту от перегрузок, короткого замыкания и снижения входного напряжения;

*Примечание.* Детальное описание модуля питания МП — IPWR104HR-H представлено в руководстве эксплуатации IPWR104\_60\_100\_BDM610020007C компании RTD.

– процессорный модуль (далее — ПМ) CPC-30403 компании Fastwel является одноплатным компьютером формата «PC/104+» и предназначен для реализации функций алгоритма управления электровозом, требующих высокой производительности, имеет низкое значение потребляемой мощности и возможность работы в широком температурном диапазоне. Процессорный модуль CPC-30403 так-

же предназначен для организации информационного обмена по локальным (системным) каналам связи, информационного обмена между другими платами, входящими в состав БУЭ, по внутренней шине PC 104, а также для обмена информацией по Ethernet между комплектами БУЭ и внешними системами. Модуль содержит часы реального времени с литиевой батареей питания для сохранности данных часов и настроек текущей конфигурации системы при выключенном питании модуля. Ресурс работы литиевой батареи рассчитан на 1,5 года;

*Примечание.* Детальное описание процессорного модуля CPC-30403 представлено в руководстве эксплуатации ФАП.4674440.13 РЭ компании Fastwel.

— *модуль интерфейсов (далее — МИ) NIM351-02* компании Fastwel предназначен для организации информационного обмена между процессорными модулями ПМ — CPC-30403 БУЭ-332 и внешними подсистемами, подключенными к периферийным каналам связи системы управления верхнего уровня (CAN01, CAN02, CAN03, CAN04, CAN05, CAN06, CAN07 и CAN08). Информационный обмен между другими модулями, входящими в состав БУЭ-332, МИ осуществляет по внутренней шине формата PC 104;

*Примечание.* Детальное описание модуля интерфейсов NIM351-02 представлено в документации ИМЕС.465.635.003-04 компании Fastwel.

— *коммуникационно-навигационный модуль (далее — КНМ) CNM350-01* компании Fastwel предназначен для использования в составе системы PC 104. Обеспечивает определение текущих: местоположения, скорости и времени с использованием технологий GPS/GLONASS в частотных диапазонах L1, а также беспроводную передачу данных и речи через сеть GSM в любом из частотных диапазонов 850/900/1800/1900MHz с использованием технологий CSD и GPRS/EDGE;

*Примечание.* Детальное описание модуля КНМ CNM350-01 представлено в руководстве эксплуатации ИМЕС.468157.001 РЭ компании Fastwel.

— *плата управления обогревом ПУО-812* предназначена для выполнения отдельных, не связанных между собой функций:

- фильтрации питающего напряжения;
- управления подогревом модулей БУЭ-332;
- формирования сигнала типа «сухой контакт» после завершения прогрева блока.

### 2.6.2.2. Блок регистратора

Блок регистратора (далее — БР) входит в состав СУЛВУ. Функционально БР является основой подсистемы регистрации, которая предназначена для фиксации в течение всей поездки состояния и параметров системы безопасности движения, систем управления тяговым приводом и вспомогательным оборудованием, а также обеспечивает регистрацию информационных, диагностических и аварийных сообщений.

Блок регистратора выполняет следующие функции:

- регистрацию параметров движения поезда на маршруте движения в соответствии с утвержденным перечнем ОАО «РЖД»;
- хранение зарегистрированных данных в энергонезависимой памяти в течение не менее 150 ч.

Блок регистратора предусматривает следующие контуры записи информации:

- регистрация информации СБД;
- регистрация информации СУО;
- регистрация информации СУТП;
- регистрация диагностической информации;
- регистрация параметров СУЛВУ и внутрисистемного резервирования.

Структурная схема подсистемы регистрации дана на рис. 2.77.

Структурная схема БР дана на рис. 2.78.

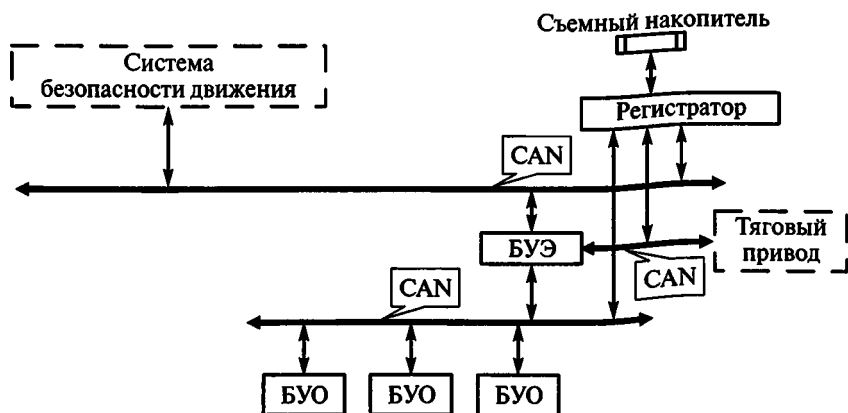


Рис. 2.77. Структурная схема подсистемы регистрации

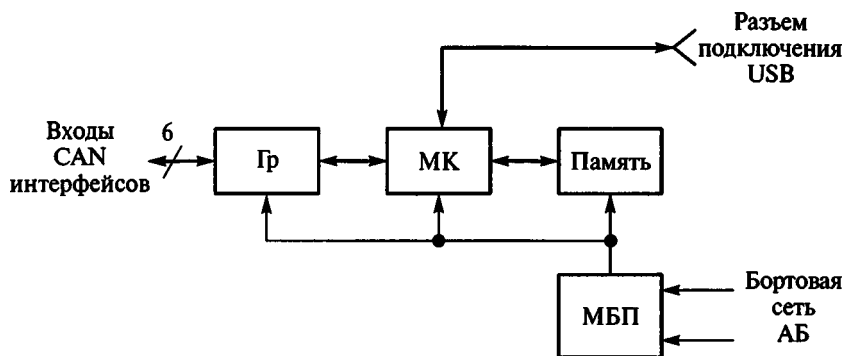


Рис. 2.78. Структурная схема БР

В состав блока регистратора входят:

МК — микроконтроллер;

Гр — гальваническая развязка;

Память — дополнительный накопитель;

МБП — модуль бесперебойного питания.

Микроконтроллер выполняет необходимую обработку информации, принятой по каналам связи CAN, а затем выполняет ее архивирование на энергонезависимом накопителе. Микроконтроллер также осуществляет связь с внешним компьютером по USB интерфейсу.

Гальваническая развязка устанавливается для предотвращения выхода из строя контролируемых каналов связи, при попадании на них недопустимого напряжения.

Дополнительный накопитель, в виде модуля энергонезависимой памяти, предназначен для записи и хранения архива с диагностической и служебной информацией.

Модуль бесперебойного питания формирует напряжения, необходимые для функционирования БР, из напряжения бортовой цепи или аккумуляторной батареи электровоза и обеспечивает их бесперебойное переключение.

### 2.6.3. Система автоведения УСАВП

Система автоведения электровоза предназначена для автоматизированного управления электровозом ЭП20. Автоматическое управление осуществляется в режиме оптимального расхода электроэнергии при точном выполнении времени хода.

Система УСABП обеспечивает выполнение следующих функций:

- расчет энергосберегающего режима движения поезда и выработку сигналов в цепи электровоза для управления режимами тяги и торможения;

- прием и обработку сигналов от датчиков;

- ввод с клавиатуры оперативной и настроечной информации о поезде и установку параметров управления режимами тяги и торможения;

- прием сигналов АЛСН и боксования колесных пар;

- оперативное изменение алгоритма управления при срабатывании защиты электрических цепей;

- выдачу визуальной и речевой информации для локомотивной бригады.

Архитектура системы автоведения УСABП электровоза ЭП20 дана на рис. 2.79.

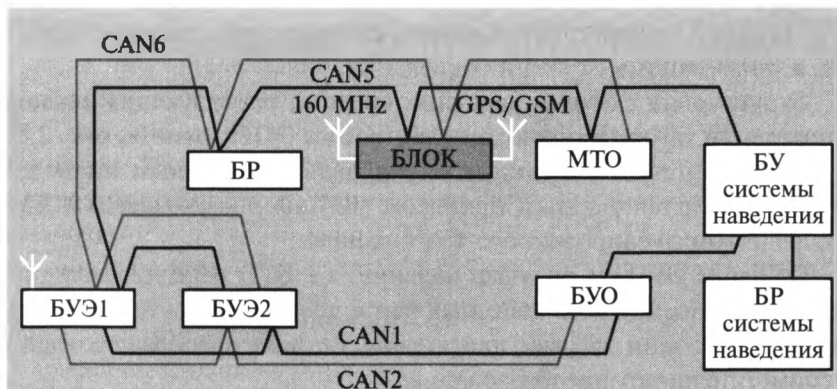


Рис. 2.79. Архитектура УСABП

В состав системы автоведения УСABП входят;

- блок центрального процессора;

- блок регистрации;

- блок накопления информации.

Детальное описание блоков системы автоведения УСABП и их работы представлено в документации ДЛИЖ.467699.0009РЭ, ДЛИЖ.467699.0014РЭ, ДЛИЖ.466451.0014РЭ компании «ABП-Технология».



#### **2.6.4. Система управления тяговым приводом «ALSTOM»**

Система управления тяговым приводом (далее — СУТП) обеспечивает:

- формирование и регулирование тягового и тормозного усилия путем воздействия на оборудование тягового привода;
- электродинамическое, рекуперативное или реостатное торможение при помощи рекуперативного или реостатного тормоза, в том числе в режиме торможения до заданной скорости с заданным значением тормозной силы;
- формирование команды на замещение электродинамического тормоза электропневматическим (пневматическим) при отказе или низкой эффективности электродинамического тормоза;
- совместное электродинамическое торможение электровоза с электропневматическим (пневматическим) торможением вагонов поезда;
- защиту от перегрузок в работе оборудования тягового привода, а также защиту от юза и боксования.

Структурная схема аппаратных средств, реализующих систему управления тяговым приводом электровоза ЭП20, дана на рис. 2.80.

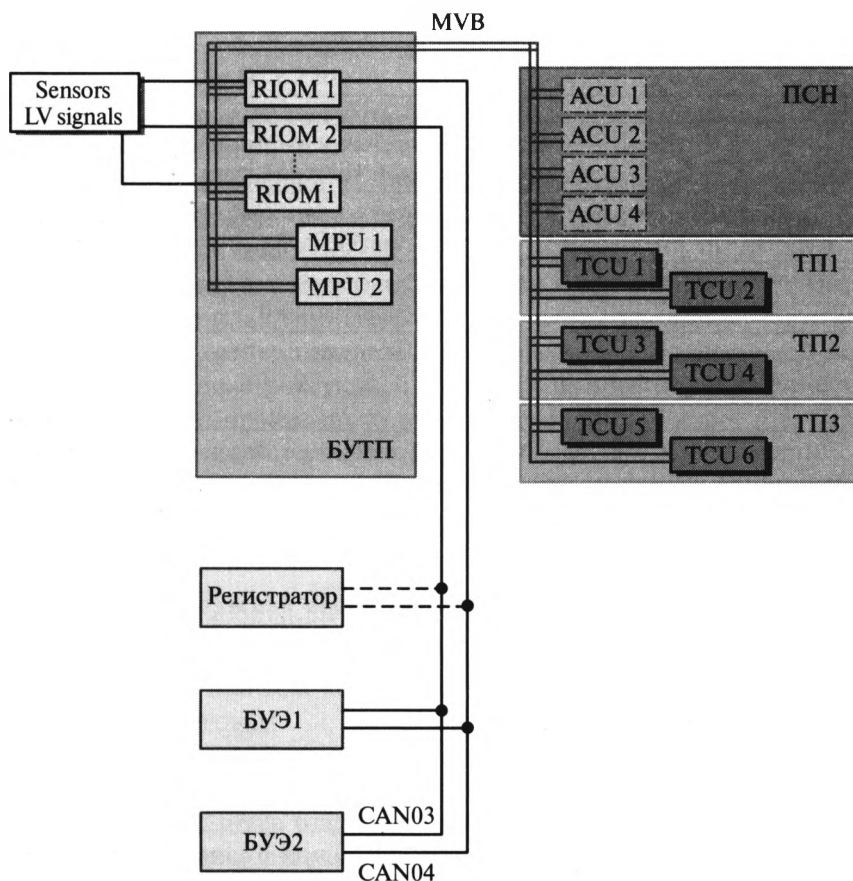
Для обеспечения функций по управлению тяговым приводом блок управления тяговым приводом (БУТП) подключается к БУЭ посредством дублированного CAN-канала.

От блока БУЭ он получает задание, а в БУЭ передает величину частоты вращения всех колесных пар и диагностическую информацию о состоянии тяговых двигателей, тяговых преобразователей и вспомогательного преобразователя.

Оценивается состояние тягового привода при помощи анализа показаний датчиков тока (далее — ДТ) и датчиков напряжения (далее — ДН), входящих в состав тягового и вспомогательного преобразователей, датчиков скорости (далее — ДС), датчиков температуры, входящих в состав тяговых двигателей.

Протокол обмена информацией между СУЛВУ и СУТП содержит данные, перечисленные в табл. 98.

*Примечание.* Подробное описание СУТП приведено в документации фирмы «ALSTOM»: «User Manual for EP-20 traction system BAD0002601955» и «EP20 Maintenance Plan BAD0002698851».



Sensors LV signals — датчики низковольтных сигналов

RIOM — модули ввода-вывода

MPU — блк системы управления тяговым приводом

ACU — блок вспомогательного преобразователя

TCU — блок тягового преобразователя

MVB — шина с MVB интерфейсом CAN — шина с CAN интерфейсом

Рис. 2.80. Структурная схема аппаратных средств подсистем управления тяговым приводом электровоза ЭП20

Данные, передаваемые от СУЛВУ в СУТП	Данные, передаваемые от СУТП в СУЛВУ
1. Задание силы тяги/торможения	1. Фактическое значение скорости, ускорения и направление вращения каждой колесной пары
2. Задание режимов работы	2. Токи и напряжения всех тяговых двигателей
3. Направление движения	3. Температура нагрева IGBT-модулей преобразователей
4. Задание типа электрического торможения (рекуперация/реостат)	4. Состояние силовых преобразователей
5. Интенсивность электрического торможения (служебное/аварийное)	5. Фактическое значение силы тяги/торможения каждого тягового двигателя
6. Род тока	

### **2.6.5. Система безопасности движения**

Система безопасности движения СБД состоит из безопасного локомотивного объединенного комплекса БЛОК и комплекта тормозного оборудования КТО.

Система безопасности движения предназначена для:

- приема от путевых устройств информации сигналов АЛСН и АЛСН-ЕН о свободности впереди лежащего пути;
- задания допустимой скорости движения в зависимости от показаний светофоров и поездной обстановки, электронной базы данных участка, непрерывное сравнение ее с фактической и применение торможения при превышении фактической скорости над допустимой;
- измерения фактической скорости движения и текущего времени, автоматическое определение координаты поезда, в том числе с использованием средств спутниковой навигации;
- исключения несанкционированного безостановочного проезда светофоров с запрещающим сигналом на участках пути, оборудованных устройствами АЛСН и АЛСН-ЕН;
- обеспечения остановки поезда сначала служебным, а при необходимости экстренным торможением по команде дежурного по

станции или поездного диспетчера, переданной по цифровому радиоканалу, и исключения начала его движения независимо от действий машиниста;

- осуществления контроля включения и выключения устройств безопасности;

- прием по цифровому радиоканалу оперативной информации о поездной ситуации на станции, включая участки приближения, по маршруту движения поезда;

- обеспечения однозначности световой и звуковой информации, воспринимаемой машинистом;

- автоматического определения эффективности тормозов и диаметра колеса по небоксующей колесной паре для точного измерения скорости и пройденного пути с целью обеспечения точности остановки на станции  $\pm 5$  м и на перегоне  $\pm 15$  м;

- торможения поезда с учетом профиля участка пути, реальной эффективности тормозов в поезде и реализации множества кривых торможения с различными тормозными коэффициентами в зависимости от внешних условий;

- приема информации о маршруте приема и следования по станции, скоростях следования по маршруту и его длине, координате прицельной остановки, о действующих ограничениях скорости и занятости перегона;

- формирования команды для применения торможения при увеличении фактической скорости сверх допустимой;

- осуществления в течение не менее 16 ч возможности регистрации данных о режимах работы подвижного состава, информации от путевых устройств и цифрового радиоканала, действий машиниста в защищенное устройство хранения информации с возможностью последующей дешифрации и невозможности внесения локомотивными бригадами корректировки указанных данных.

Питание системы БЛОК осуществляется от бортовой сети электровагона. Центральным ядром системы БЛОК является системный шкаф, к которому через локальную сеть подключены остальные блоки данной системы.

В системный шкаф от различных устройств передается следующая информация:

- сигналы АЛСН и АЛСН-ЕН;

- частота вращения первой и шестой колесных пар электровагона;

- информация о работе электропневматического клапана автостопа;
- значения давления сжатого воздуха в уравнительных резервуарах, тормозных цилиндрах и тормозной магистрали;
- состояние кнопочных выключателей «ТРЕВОГА»;
- состояние рукояток бдительности;
- включение свистка и тифона;
- направление движения электровоза;
- включенное состояние главных компрессоров;
- отсутствие задания на тягу и скорость;
- наличие электрического торможения;
- номер рабочей кабины электровоза;
- диагностическая информация о работе оборудования системы БЛОК.

В системный шкаф также поступает информация от антенн поездной радиосвязи, системы спутниковой навигации, канала связи типа GSM.

Системный шкаф связан с КТО и СУЛВУ по интерфейсному каналу связи.

Оборудование системного шкафа воздействует на электропневматический клапан автостопа, конструктивно входящий в КТО.

Блок индикации БИ1 (БИ2) предназначен для отображения на экране следующей информации:

- поездной и диагностической информации системы безопасности;
- координат пути и текущего времени;
- фактической скорости и расчетного тормозного коэффициента;
- программного ускорения/замедления;
- допустимой и целевой скорости;
- давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах, тормозной магистрали, уравнительном резервуаре;
- несущей частоты АЛСН;
- названия станции и номера пути;
- сигналов «ВНИМАНИЕ!» и «ЗАПРЕТ ОТПУСКА»;
- сигналов локомотивного светофора, соответствующих сигналу АЛСН.

Также блок индикации БИ1 (БИ2) выполняет функции приема сигналов о положении рукояток бдительности, ввода и отображения локомотивных и поездных характеристик.

Система БЛОК включает в свой состав блоки регистрации, размещенные в кабинах и предназначенные для записи оперативной информации о движении поезда, диагностической информации о работе оборудования системы БЛОК, локомотивных и поездных характеристик.

Система БЛОК включает в свой состав подсистему психофизиологического состояния машиниста (далее — ТСКБМ-Н), предназначена для контроля и индикации уровня бодрствования машиниста по условной шкале. Эта подсистема выдает информацию о снижении уровня бодрствования машиниста ниже критического (предремотное состояние, потеря сознания и т.д.).

Данные протокола обмена информацией между СУЛВУ и СБД приведены в табл. 99.

Таблица 99

Данные, передаваемые от СУЛВУ в СУТП	Данные, передаваемые от СУТП в СУЛВУ
<p>Режим управления поездом.</p> <p>Напряжение контактной сети.</p> <p>Состояние силовой схемы</p>	<p>Координата (железнодорожная, географическая).</p> <p>Код светофора.</p> <p>Допустимая скорость (ограничение).</p> <p>Вид ближайшей цели.</p> <p>Расстояние до цели.</p> <p>Вводимые параметры поездки (№ поезда, вес, длина, тип локомотива и т.д.).</p> <p>Точное астрономическое время от СНС.</p> <p>Состояние оборудования, входящего в состав системы безопасности.</p> <p>Версия аппаратных средств системы.</p> <p>Версия ПО</p>

*Примечание.* Подробное описание работы БЛОК приведено в документации ОАО «ВНИИАС» 36903-000-00 РЭ, описание работы КТО — в документации «МТЗ трансмаш» 400.000 РЭ.

### **2.6.6. Система отображения информации**

Система отображения информации (далее — СОИ) предназначена для представления информации в визуальном и звуковом виде.

Система информационного обеспечения предоставляет информацию в трех режимах:

- основной набор параметров, характеризующих текущее состояние поезда в штатном режиме;
- информация, вызываемая по запросу машиниста;
- дополнительная информация, автоматически индицируемая при нештатных и аварийных ситуациях.

СОИ обеспечивает машиниста необходимыми данными о выполнении системой управления электровоза всех основных функций:

- расчетной и реализуемой траектории движения;
- скорости как функции пути;
- максимально допустимой скорости;
- показаний сигналов АЛСН;
- опасных неисправностей;
- предельных режимов работы оборудования электровоза.

Система отображения информации обеспечивает также вывод в виде аудиосообщений для локомотивной бригады наиболее ответственной информации, связанной с безопасностью движения.

СОИ состоит из двух блоков индикации (БИЗ) и (БИ4) и подсистемы видеонаблюдения СВ-ТПС.

#### ***Блок индикации ДМ1041***

Блок индикации ДМ1041 состоит:

- из блока питания;
- платы управления;
- процессорной платы с процессорным модулем;
- цветного графического SVGA TFT-дисплея с размером экрана 12,1" (31 см) по диагонали;
- многофункциональной псевдосенсорной клавиатуры (32 клавиши);
- лампы подсветки с регулируемой яркостью при помощи ШИМ модуляции;
- устройства подогрева;
- звукового синтезатора с усилителем звуковых частот;
- дополнительными интерфейсными контроллерами (CAN, Ethernet, USB).

Структурная схема блока индикации ДМ1041 дана на рис. 2.81.

Блок питания обеспечивает гальваническую развязку внутренних цепей блока индикации от внешнего источника питания и формирование напряжений, необходимых для работы его узлов и систем.

Плата управления предназначена для формирования и усиления сигналов, управляющих исполнительными устройствами блока индикации. Исполнительными устройствами, подключаемыми к плате управления, являются: устройство подогрева и встроенная клавиатура, располагаемая на передней панели вокруг экрана дисплея. Люминесцентная лампа подсветки устанавливается в специальных держателях непосредственно на плате управления. При помощи кабеля к плате подключен внешний разъем X2, предназначенный для подключения внешней клавиатуры.

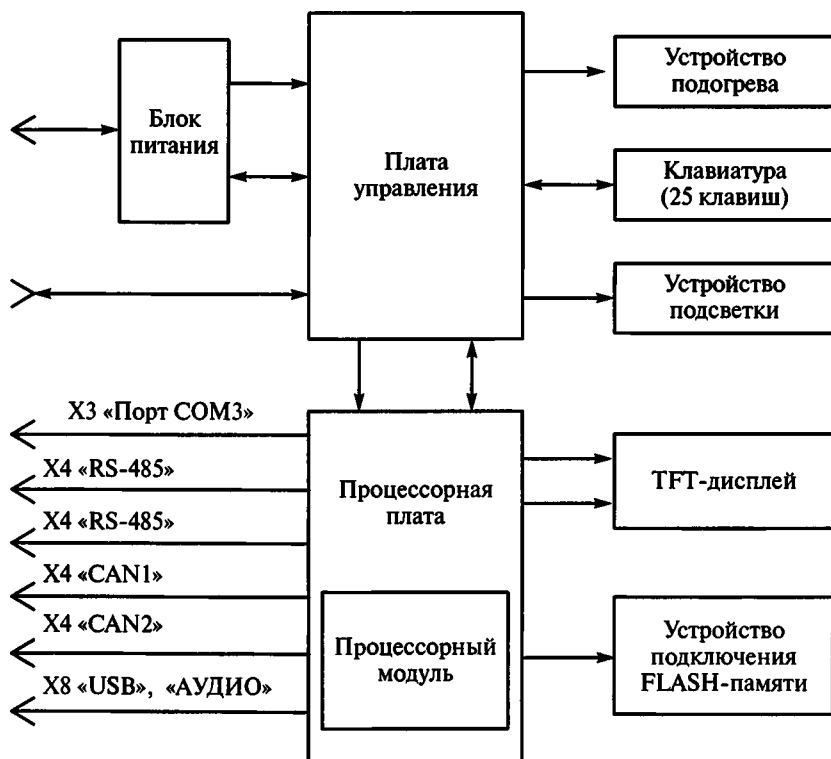


Рис. 2.81. Структурная схема блока индикации ДМ1041



Плата управления содержит:

- логику включения/отключения питания;
- управляющий микроконтроллер;
- систему контроля температуры;
- систему контроля питания;
- преобразователь питания лампы подсветки;
- устройство звуковое излучающее;
- переключатель клавиатуры — встроенная/внешняя.

Процессорная плата предназначена для обеспечения связи между платой управления TFT-дисплеем и процессорным модулем. К процессорной плате подключаются плата управления, TFT-дисплей и внешние разъемы X2—X8 и, при необходимости, дополнительное устройство CF-Card.

Процессорная плата содержит:

- накопитель (ППЗУ);
- процессорный модуль;
- разъем PC104 для подключения дополнительных устройств;
- микросхемы и аппаратную обвязку CAN-интерфейсов;
- литиевую батарею;
- логическую схему управления процессом выключения блока индикации.

Процессорный модуль, в свою очередь, содержит: контроллер SVGA дисплея с видеопамью (видео ОЗУ), контроллеры последовательных интерфейсов COM1, Ethernet, USB и оперативное запоминающее устройство объемом 256 Мбайт.

Дисплейные модули (блоки индикации БИЗ и БИ4) типа ДМ1041 устанавливаются в кабинах на пультах машиниста и подключены к коммуникационной сети.

Дисплейный модуль ДМ1041 включает в свой состав USB-разъем для подключения USB-накопителя, голосовой синтезатор, порты интерфейсов CAN-шины и шины Ethernet для подключения системы видеонаблюдения.

Примечание. Подробное описание ДМ1041 приведено в ТЯБК.469136.176 РЭ.

### ***2.6.7. Система управления оборудованием***

Система управления оборудованием (СУО) предназначена для контроля состояния и управления оборудованием электровоза.

Система получает и обрабатывает информацию о соответствии режимов работы оборудования электровоза заданным. В ее функции входит:

- сбор информации о состоянии оборудования электровоза,
- прием через коммуникационную сеть команд управления вспомогательными машинами и вспомогательными цепями, формируемых с помощью органов управления;
- выдача соответствующих команд в блоки управления оборудованием посредством коммуникационной сети;
- выдача через коммуникационную сеть на пульт управления информации о работе системы управления и состоянии оборудования электровоза.

Система управления оборудованием состоит из трех блоков управления оборудованием БУО-328, БУО-329 и БУО-330.

Оборудование кабины, включающее в свой состав БДВ, МКМ, СК1 и СК2), КМБ, номинально относится к системе «нижнего уровня». Оборудование кабины подключается к СУО посредством дублированного CAN-канала через модули расширения каналов (МРК).

Оборудование, расположенное в кузове электровоза и включающее в свой состав СТК, БУГС, УОКРТ, БАРС, БПЦУ, номинально относится к системе «нижнего уровня». Данное оборудование подключается к СУО посредством дублированного CAN-канала через модули расширения каналов (далее — МРК).

Подробное описание СТК, БУГС, УОКРТ, БАРС, БПЦУ, БДВ, МКМ, КМБ, блоков сенсорных клавиш СК1 и СК2 приведено в эксплуатационной документации предприятий-изготовителей:

СТК — СТК.405514008 РЭ;

БУГС — БУГС.667522.005 РЭ;

УОКРТ — 6ТС.369.464 РЭ;

БПЦУ — 6ТС. 360.450 РЭ;

БАРС — ИТ1.036.016 РЭ;

БДВ — ТЯБК.469136.179 РЭ;

МКМ — ТЯБК.421243.004 РЭ;

КМБ — ТЯБК.421243.003 РЭ;

СК1 и СК2 — ТЯБК.460914.006 РЭ.

Система управления оборудованием представляет собой совокупность программно-аппаратных средств, предназначенных для управления исполнительными аппаратами оборудования электрово-

за. Система построена по иерархическому принципу и является ведомой по отношению к блоку управления электровозом. Конструктивно выполнена в виде отдельных блоков управления оборудованием (БУО), распределенных по кузову электровоза и соединенных между собой коммуникационной сетью на базе дублированного CAN-канала.

Для повышения надежности СУО электровоза все элементы системы управления имеют 100%-ный резерв, реализованный по принципу структурного раздельного резервирования, с нагруженными или частично нагруженными резервными элементами. Запасные модули находятся в горячем резерве, постоянно подключены, что позволяет оперативно переключать модули с одного состояния (активное) в другое (пассивное) и наоборот. Кроме того, все аппаратные блоки имеют функцию самотестирования как в предрейсовом режиме, так и во время поездки.

Коммуникационная сеть построена таким образом, что по обоим каналам CAN информация передается синхронно, но управление ведется только по главному каналу. В случае возникновения сбоя в работе главного канала все управление ведется по резервному каналу. Такое построение позволяет повысить надежность связи и переходить на резервный канал максимально быстро и без потери информации.

#### **2.6.7.1. Блоки управления оборудованием**

Блоки управления оборудованием БУО предназначены для выполнения следующих функций:

- коммутации цепей управления оборудованием электровоза;
- ввода дискретных сигналов блокировок от коммутационных аппаратов;
- сбора и предварительной обработки аналоговой информации от аналоговых датчиков;
- управления самотестированием ведомых модулей ввода-вывода;
- управления резервированием ведомых модулей ввода-вывода.

Каждый БУО представляет собой набор специализированных модулей, выполняющих функции ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов и имеет свой оригинальный пятиразрядный адрес. Количество модулей ввода-вывода в БУО может быть различ-

ным и обусловлено составом управляемого оборудования для каждого конкретного блока.

Состав съемных модулей БУО приведен в табл. 100.

Таблица 100

Типы модулей	БУО328	БУО329	БУО330
МП	2	1	2
МРК	3	1	4
МПК	1	1	1
МВВ	7	—	6
МРС	7	3	5
МАС	—	1	1
МЗ	—	1	—
МПД	—	1	—
МУСТК	—	1	2
МПИ	1	—	—
Общее количество модулей в БУО	21	10	21

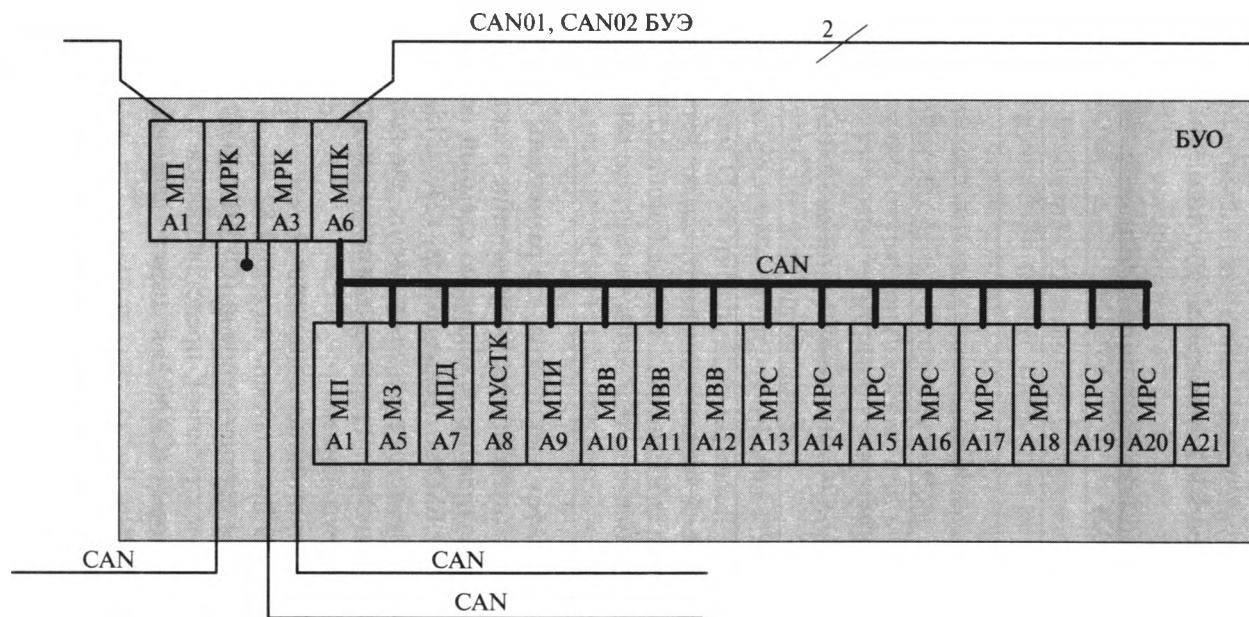
БУО монтируется в шкафах электровоза, где размещены контролируемые устройства и коммутационное оборудование электровоза. БУО представляет собой стандартный корпус со съемной передней крышкой. Габариты блоков БУО не превышают 483 (270)×315×350 мм (Ш×В×Г). На лицевой стороне размещены разъемы для подключения интерфейсных каналов связи и разъемы для связи с контролируемым и управляемым оборудованием.

Охлаждение БУО — естественная конвекция.

Структурная схема БУО представлена на рис. 2.82.

С системой управления верхнего уровня (СУЛВУ) БУО соединен шиной управления электровозом, представляющей собой два CAN-канала, один из которых (CAN01) является главным, второй (CAN02) — дополнительным.

По главному каналу осуществляется основной трафик данных, по дополнительному передается вспомогательная информация. Дополнительный канал одновременно является резервным, и в случае



МПК — модуль периферийного контроллера

МВВ — модуль дискретного ввода

МРС — модуль дискретного вывода

МП — модуль питания

МРК — модуль расширенного канала

Рис. 2.82. Структурная схема блока БУО

выхода из строя одного из каналов данные передаются по функционирующему исправному каналу (с ограничениями).

БУО состоит из одного ведущего модуля — модуля периферийного контроллера (МПК) и ряда функционально специализированных ведомых модулей: модуля аналогового ввода (МАС), модуля ввода дискретных сигналов (МВВ), модуля дискретного вывода (МРС), модуля защит (МЗ). Связь между МПК и ведомыми модулями осуществляется по локальной шине, выполненной на базе CAN-интерфейса.

В БУО реализована концепция раздельного резервирования, т.е. каждый из модулей МПК: МАС, МВВ, МРС, МЗ состоит из двух конструктивно абсолютно одинаковых ячеек, одна из которых (рабочая) находится в активном режиме, а другая (резервная) находится в «горячем» резерве, не влияет на работу активной и в любой момент времени может ее заменить в случае выхода активной из строя.

Переключение ячеек ведомых модулей МАС, МВВ, МРС, МЗ на «резерв» происходит по команде МПК.

Конкретное количество необходимых типов модулей для данного исполнения БУО определяется составом вспомогательного оборудования, которым он управляет и, соответственно, количеством и составом необходимых входов/выходов. Каждый из модулей имеет оригинальный четырехразрядный адрес, позволяющий адресовать до 16 устройств.

#### **2.6.7.2. Модуль периферийного контроллера МПК-566**

Модуль МПК-566 предназначен для выполнения следующих функций:

- организации локальной сети CAN, объединяющей МПК-566 и ведомые модули МВВ-567, МРС-568 в единую структуру БУО;
- трансляции команд управления вспомогательным оборудованием из БУЭ в ведомые модули;
- приема команд от БУЭ на выполнение самотестирования модулями МПК-566, МВВ-567, МРС-568;
- управления самотестированием ведомых модулей МВВ-567, МРС-568;
- приема команд управления резервированием ведомых модулей;
- управления резервированием ведомых модулей МВВ-567, МРС-568;

— трансляции информации из модулей МВВ-567, МРС-568 в БУЭ.

МПК-566 содержит следующие узлы:

ОК — основной комплект;

РК — резервный комплект;

МК — встроенный микроконтроллер;

УКПН — узел контроля питающих напряжений;

УАПР — узел автоматического перехода на резерв;

УПК — узел периферийного CAN-канала;

УОК — узел основного CAN-канала;

УРК — узел резервного CAN-канала;

УП — узел питания;

УИ — узел индикации.

Модуль периферийного контроллера МПК-566 состоит из двух одинаковых комплектов, включенных параллельно по входу и выходу, один из которых находится в активном режиме, другой — в пассивном. Достаточно рассмотреть работу одного из перечисленных комплектов, например активного.

Микроконтроллер МК через узел основного CAN-канала (далее — УОК) и узел резервного CAN-канала (далее — УРК) осуществляет двустороннюю связь с блоком управления электровозом БУЭ. Подключение МК к физическим шинам каналов CAN производится через CAN-буферы, выполняющие функции гальванической развязки, усиления и согласования сигналов CAN-интерфейса. Узел периферийного CAN-канала (далее — УПК) используется для образования локальной шины управления между ведомыми модулями МАС-570, МРС-568, МЗ-569.

Узел автоматического перехода на резерв (далее — УАПР) обеспечивает переключение между режимами работы основного (далее — ОК) и резервного (далее — РК) комплектов таким образом, чтобы всегда работал только один из них. УАПР также производит перезапуск нерабочего комплекта при сбое в программном обеспечении микроконтроллера МК, формируя трехкратный сигнал сброса.

Узел питания (далее — УП) обеспечивает МПК всеми необходимыми стабилизированными напряжениями питания, осуществляет защиту от перенапряжений и короткого замыкания.

Узел индикации (далее — УИ) сигнализирует о работе основного и резервного комплектов модуля МПК.

Узел контроля питающих напряжений (далее — УКПН) контролирует значение напряжений питания, формируемые модулем питания МП, а также контролирует наличие входного напряжения 50 В. В случае отклонения какого-либо из напряжений питания от нормального значения МПК передает информацию об этом отклонении в блок управления электровозом БУЭ по CAN-каналу.

### **2.6.7.3. Модуль дискретного вывода сигналов MPC-568**

Модуль релейных сигналов MPC-568 предназначен для вывода дискретных сигналов управления на твердотельные реле по командам микроконтроллера блока МПК-566, которые управляют электрооборудованием электровоза. Обмен информацией и командами между MPC-568 и МПК-566 осуществляется по CAN-каналу.

Модуль MPC-568 состоит из основного и резервного комплектов, выполненных идентично, таким образом, достаточно рассмотреть работу одного из перечисленных комплектов, например основного.

В состав MPC-568 входят следующие узлы:

ОК — основной комплект;

РК — резервный комплект;

МК — встроенный микроконтроллер;

УУ — узел управления выходными реле;

УДВ — узел диагностики выходов;

УОС — узел обработки статусных сигналов;

УПР — узел перехода на резерв;

УД — узел CAN драйвера;

УП — узел питания;

УИ — узел индикации;

Модуль МПК-566 по CAN-каналу связи передает информацию о состоянии выходов OUT1—OUT8 в модуль MPC-568. Узел CAN-драйвера УД предназначен для нормализации уровня сигналов и длительности фронтов импульсных сигналов обмена по каналу связи. УД обеспечивает фильтрацию помех и наводок в цепях канала связи. Микроконтроллер МК формирует управляющие сигналы по заданию от МПК-566. Сигналы управления дискретными выходами KU1.1—KU1.8 поступают на узел управления выходными реле УУ, разрешающий прохождению управляющих сигналов на внешние твердотельные реле.



Самотестирование МРС-568 должно выполняться как в предрейсовом режиме, так и в поездке. Самотестирование выполняется по команде от МПК-566 по CAN-каналу связи.

Узел диагностики выходов (далее — УДВ) контролирует прохождение управляющих сигналов, получает и передает информацию о работе цифрового ключа в МК.

Узел обработки статусного сигнала (далее — УОС) предназначен для контроля срабатывания внешнего твердотельного реле.

Узел перехода на резерв (далее — УПР) обеспечивает переключение между режимами работы ОК и РК комплектов таким образом, чтобы всегда работал только один из них. УПР также производит перезапуск нерабочего комплекта при сбое в программном обеспечении микроконтроллера (далее — МК), формируя трехкратный сигнал сброса.

Узел питания (далее — УП) обеспечивает МРС-568 всеми необходимыми стабилизированными напряжениями питания, осуществляет защиту от перенапряжений и короткого замыкания.

Узел индикации (далее — УИ) сигнализирует о работе основного и резервного комплектов модуля МРС-568.

#### **2.6.7.4. Съёмный модуль дискретного ввода МВВ-567**

Модуль ввода дискретных сигналов МВВ-567 предназначен для ввода дискретной информации о состоянии контроллера машиниста и релейно-контакторной аппаратуры электровоза в систему управления. Модуль МВВ-567 обеспечивает гальваническую развязку входных цепей от цепей встроенного микроконтроллера. Обмен информацией и командами между МВВ-567 и МПК-566 осуществляется по CAN-каналу.

В состав МВВ-567 входят:

ОК — основной комплект;

РК — резервный комплект;

МК — встроенный микроконтроллер;

УВ — узел ввода дискретных сигналов;

КО — ключ опроса входных дискретных сигналов;

УДВ — узел диагностики входных дискретных сигналов;

УПР — узел перехода на резерв;

УД — узел CAN-драйвера;

УП — узел питания;

УИ — узел индикации.

Модуль МВВ-567 состоит из основного и резервного комплектов, выполненных идентично. Таким образом, достаточно рассмотреть работу одного из перечисленных комплектов, например основного.

Микроконтроллер МК периодически импульсно подключает входные цепи узла ввода дискретных сигналов УВ к входам VH1—VH16 с помощью ключа опроса КО. Импульсный опрос входов предназначен для уменьшения средней мощности рассеивания во входных цепях УВ, при этом обеспечивается минимальный входной ток во время опроса. По сигналу SKL происходит контроль работы ключа опроса КО.

Подключив входные цепи УВ к входам VH1—VH16, микроконтроллер МК производит опрос состояния данных входов. УВ обеспечивает гальваническую развязку между цепями микроконтроллера IN1—IN16 и входными цепями VH1—VH16. Микроконтроллер МК передает информацию о состоянии входов VH1—VH16 в модуль МПК-566 по CAN-каналу связи.

Узел CAN-драйвера УД предназначен для нормализации уровня сигналов и длительности фронтов импульсных сигналов обмена по каналу связи. УД обеспечивает фильтрацию помех и наводок в цепях канала связи.

Самотестирование МВВ-567 должно выполняться как в предрейсовом режиме, так и в поездке. Самотестирование выполняется по команде от МПК-566 по CAN-каналу связи в промежутке времени, когда входные сигналы отключены ключом опроса КО. При этом узел диагностики входных дискретных сигналов УДВ поочередно подает тестовые сигналы Test1—Test16 на входы УВ, прохождение которых проверяется микроконтроллером МК. В случае необходимости самотестирование модуля может достигаться поочередной активацией рабочей и резервной ячеек и сравнением результатов.

Узел перехода на резерв УПР обеспечивает переключение между режимами работы основного ОК и резервного РК комплектов таким образом, чтобы всегда работал только один из них. УПР также производит перезапуск нерабочего комплекта при сбое в программном обеспечении микроконтроллера МК, формируя трехкратный сигнал сброса.

Узел питания УП обеспечивает МВВ-567 всеми необходимыми стабилизированными напряжениями питания, осуществляет защиту от перенапряжений и короткого замыкания.

Узел индикации УИ сигнализирует о работе основного и резервного комплектов модуля МВВ-567.

#### 2.6.7.5. Съёмный модуль питания МП-565

Модуль питания МП-565 предназначен для формирования стабилизированных напряжений, необходимых для питания электронных съёмных модулей блоков и промежуточных твердотельных реле системы управления электровозом СУЭ, из напряжения бортовой сети постоянного напряжения +50 В, управления системой подогрева и формирования сигнала типа «сухой контакт» в общей цепи подогрева электровоза. МП-565 реализует функцию вкл/откл входного напряжения питания +50 В.

Модуль питания МП-565 обеспечивает защиту от перегрузок, короткого замыкания и снижения входного напряжения.

Модуль содержит входной LC-фильтр, выполненный на элементах С7, С10, L1 для напряжения питания 50В1 и С8, С11, L2 для напряжения питания 50В2, шесть идентичных каналов формирования стабилизированного напряжения из бортовой сети постоянного напряжения. Каждый канал содержит предохранитель, модуль питания типа DC/DC, входную ёмкость, ограничители напряжения V4 и V5 для каждого входного напряжения 50В1 и 50В2.

Элементы, содержащиеся в каждом канале:

- канал 1 — F1, C1, C13;
- канал 2 — F2, C2, C14;
- канал 3, 4 — F3, C3, C15, C16;
- канал 5, 6 — F4, C4, C17, C18;
- канал 7 — F5, C5, C19;
- канал 8 — F6, C6, C20;
- канал 9 — F9, V9, V10.

Индикация включения обогрева осуществляется индикатором «Нагр.вкл», выполненным на элементах R11, V12.

Для защиты цепей бортовой сети при наличии на плате модуля питания МП-565 неисправностей служат предохранители F7 и F8.

Выход канала 9 общий от каналов 7 и 8 и обеспечивает питание внешних твердотельных реле.

Узел «вкл/откл» входного напряжения питания +50 В состоит из датчика температуры — микросхема D1; стабилизатора напряжения (элементы R2, V7), необходимого для питания микросхемы D1; па-

раллельно включенных цифровых ключей VT1 и VT2, коммутирующих входное напряжение питания +50 В.

Узел системы подогрева состоит из датчика температуры — микросхема D2; стабилизатора напряжения (элементы R8, V11), необходимого для питания микросхемы D1; цифрового ключа VT3, коммутирующего цепь подогрева. Диод V13 защищает узел подогрева от подачи напряжения отрицательной полярности при неправильном подключении к бортовой сети.

#### **2.6.7.6. Съёмный модуль расширения каналов МРК-571**

Модуль расширения каналов МРК-571 предназначен для соединения CAN-сетей с различными скоростями передачи данных и расширения основной CAN-сети на две независимых CAN-сети. Модуль МРК-571 обеспечивает гальваническую развязку всех CAN-сетей от цепей встроенного микроконтроллера. Обмен информацией и команд между МРК-571 и СУЛВУ осуществляется по CAN-каналу.

Модуль МРК-571 предназначен для выполнения следующих функций:

- организации двух локальных сетей CAN, объединяющих МРК-571 и блоки управления оборудованием «нижнего уровня» в единую структуру СУЭ;

- трансляции команд управления вспомогательным оборудованием из БУЭ в блоки управления оборудованием «нижнего уровня»;

- приема команд от БУЭ на выполнение самотестирования модулями МРК-571;

- управления самотестированием блоков управления оборудованием «нижнего уровня»;

- приема команд управления резервированием блоков управления оборудованием «нижнего уровня»;

- трансляции информации из блоков управления оборудованием «нижнего уровня» в БУЭ.

Модуль МРК-571 содержит следующие узлы:

ОК — основной комплект;

РК — резервный комплект;

МК — встроенный микроконтроллер;

УПР — узел перехода на резерв;

УКД — узел CAN-драйвера;

УИ — узел индикации;

УП — узел питания.

Модуль МРК-571 состоит из двух одинаковых комплектов, включенных параллельно по входу и выходу, один из которых находится в активном режиме, другой — в пассивном. Достаточно рассмотреть работу одного из перечисленных комплектов, например активного.

В случае работы по основному каналу CAN01 — подключаются сети CAN1 и CAN2 (подключение внешних блоков по основному каналу), в случае работы по резервному каналу CAN02 — подключаются сети CAN3 и CAN4 (подключение внешних блоков по резервному каналу).

Узел CAN-драйвера УКД предназначен для нормализации уровня сигналов и длительности фронтов импульсных сигналов обмена по каналу связи. УКД обеспечивает фильтрацию помех и наводок в цепях канала связи и выполняет функции гальванической развязки цепей МК от внешних цепей электровоза.

Узел перехода на резерв УПР обеспечивает переключение между режимами работы основного ОК и резервного РК комплектов таким образом, чтобы всегда работал только один из них. УПР также производит перезапуск нерабочего комплекта при сбое в программном обеспечении микроконтроллера МК, формируя трехкратный сигнал сброса.

Узел питания УП обеспечивает МРК-571 всеми необходимыми стабилизированными напряжениями питания, осуществляет защиту от перенапряжений и короткого замыкания.

#### **2.6.7.7. Съёмный модуль аналоговых сигналов МАС-570**

Модуль аналоговых сигналов МАС-570 предназначен для опроса аналоговых сигналов от датчиков и контроля напряжений питания бортовой сети электровоза.

Модуль МАС-570 обеспечивает гальваническую развязку входных цепей от цепей встроенного микроконтроллера. Обмен информацией и команд между МАС-570 и МПК-566 осуществляется по CAN-каналу.

Модуль МАС-570 содержит следующие узлы:

ОК — основной комплект;

РК — резервный комплект;

МК — встроенный микроконтроллер;

УПР — узел перехода на резерв;

УКД — узел CAN-драйвера;

УП — узел питания;

УИ — узел индикации;

УОВС—УОВС1 — узел обработки входных аналоговых сигналов;

УПД — узел питания датчиков;

Модуль МАС-570 состоит из основного и резервного комплектов, выполненных идентично; таким образом, достаточно рассмотреть работу одного из перечисленных комплектов, например основного.

МАС-570 осуществляет обработку аналоговых сигналов от датчиков тока и напряжения для реализации функций контроля и измерения значений этих величин программным путем с последующей трансляцией в МПК-566 по интерфейсному CAN-каналу.

Входные аналоговые сигналы В11, В12, В13, В14, В15, В16, В17, В18 поступают на узел обработки входных аналоговых сигналов УОВС—УОВС1, где осуществляется их предварительная обработка. УОВС предназначен для обработки сигналов, поступающих с датчиков напряжения, которые расположены в непосредственной близости от контролируемых аппаратов. УОВС1 необходим для контроля напряжений питания значениями до 500 В, поступающих непосредственно на МАС-570. Таким образом, МАС-570 состоит из четырех каналов с внешним подключением датчиков напряжения и четырех внутренних измерительных каналов, расположенных на плате МАС-570, для контроля напряжений питания бортовой сети электровоза. В УОВС—УОВС1 поступившие сигналы проходят предварительную обработку для их дальнейшей трансляции на входы АЦП микроконтроллера МАС-570:

- входные сигналы В11, В12, В13, В14, В15, В16, В17, В18 преобразуются до безопасного значения уровня напряжения, необходимого для работы АЦП МК МАС-570;

- входные сигналы выпрямляются для получения однополярного сигнала необходимого уровня и поступают на МК в виде сигналов IN1—IN8.

Узел обработки статусного сигнала УОС предназначен для контроля срабатывания внешнего твердотельного реле.

Узел питания датчиков тока и напряжения УПД управляет подачей питающего напряжения 15 В для питания датчиков напряжения. Управление УПД осуществляется через МК.

Узел CAN-драйвера УКД предназначен для нормализации уровня сигналов и длительности фронтов импульсных сигналов обмена по каналу связи. УКД обеспечивает фильтрацию помех и наводок в цепях канала связи и выполняет функции гальванической развязки цепей МК от внешних цепей электровоза.

Узел перехода на резерв УПР обеспечивает переключение между режимами работы основного ОК и резервного РК комплектов таким образом, чтобы всегда работал только один из них. УПР также производит перезапуск нерабочего комплекта при сбое в программном обеспечении микроконтроллера МК, формируя трехкратный сигнал сброса.

Узел питания УП обеспечивает МАС-570 всеми необходимыми стабилизированными напряжениями питания, осуществляет защиту от перенапряжений и короткого замыкания.

Узел индикации УИ сигнализирует о работе основного и резервного комплектов модуля МАС-570.

#### **2.6.7.8. Съёмный модуль защит МЗ-569**

Модуль защиты МЗ-569 предназначен для формирования сигналов защиты при превышении:

- допустимых значений входного напряжения и тока в контактной сети 3 кВ;
- допустимых значений входного напряжения и тока в контактной сети 25 кВ;
- допустимых значений напряжения и тока в цепях отопления электровоза для контактной сети 3 кВ;
- допустимых значений напряжения и тока в цепях отопления электровоза для контактной сети 25 кВ;

Модуль МЗ-569 выполняет также следующие функции:

- прием и обработку аналоговых сигналов;
- формирование дискретных сигналов для защитных исполнительных устройств;
- передачу по CAN-каналу в МПК-566 информации о срабатывании защиты;
- активирование резервного комплекта и перевода в пассивный режим основного по команде от МПК-566.

Модуль МЗ-569 содержит следующие узлы:

ОК — основной комплект;

РК — резервный комплект;

МК — встроенный микроконтроллер;

УПР — узел перехода на резерв;

УКД — узел CAN-драйвера;

УП — узел питания;

УИ — узел индикации;

УВХ1—УВХ6 — узел входных аналоговых сигналов;

УВА — узел выпрямителей аналоговых сигналов;

УК — узел компараторов;

УТ — узел триггеров;

УУВК — узел управления выходного ключа;

УДВК — узел диагностики выходного ключа;

УПД — узел питания датчиков тока и напряжения;

УОС — узел обработки статусного сигнала.

Модуль МЗ-569 состоит из основного и резервного комплектов, выполненных идентично; таким образом, достаточно рассмотреть работу одного из перечисленных комплектов, например основного.

МЗ-569 осуществляет обработку аналоговых сигналов от датчиков тока и напряжения для реализации функций защиты главным и быстродействующим выключателями от превышения входного тока и напряжения контактной сети.

Для цепей отопления электровоза производится предварительная обработка аналоговых сигналов, реализация функций защиты осуществляется МК программным путем.

Входные аналоговые сигналы I25K, U25K, I3K, U3K и сигналы цепей отопления электровоза UO и IO поступают на узел входных аналоговых сигналов УВХ1—УВХ6, где осуществляется их предварительная обработка.

С УВХ1—УВХ6 сигналы через нагрузочные резисторы, присутствующие в каждом канале, поступают на узел выпрямителей аналоговых сигналов УВА. УВА выпрямляет отрицательное аналоговое напряжение и передает выпрямленные сигналы на узел компараторов УК, обеспечивающих срабатывание защит при превышении номинального значения напряжения и тока. Так же, с УВА сигналы IN1—IN6 поступают на АЦП МК для измерения значений напряжений и токов и трансляции этих значений в МПК-566 через CAN-канал.



С УК сформированные сигналы защит поступают на узел триггеров УТ, которые «защелкиваясь» запоминают и удерживают полученные сигналы защит до тех пор, пока по команде от МК не будет произведен возврат триггеров в исходное состояние.

С УТ полученный сигнал защиты поступает на узел управления выходным ключом УУВК. УУВК формирует более мощный сигнал защиты GV и BV, который управляет через узел диагностики выходного ключа УДВК внешним твердотельным реле. Управление УУВК может брать на себя и МК с помощью сигналов ОТП1, ОТП2. УДВК контролирует правильную работу выходного ключа и сигнализирует МК о целостности цепи управления между цифровым ключом и внешним твердотельным реле — сигналы AGV и ABV.

Узел обработки статусного сигнала УОС предназначен для контроля срабатывания внешнего твердотельного реле.

Узел питания датчиков тока и напряжения УПД управляет подачей питающего напряжения 15 и 24 В для питания датчиков защит. Управление УПД осуществляется через МК.

Узел CAN драйвера УКД предназначен для нормализации уровня сигналов и длительности фронтов импульсных сигналов обмена по каналу связи. УКД обеспечивает фильтрацию помех и наводок в цепях канала связи и выполняет функции гальванической развязки цепей МК от внешних цепей электровоза.

Узел перехода на резерв УПР обеспечивает переключение между режимами работы основного ОК и резервного РК комплектов таким образом, чтобы всегда работал только один из них. УПР также производит перезапуск нерабочего комплекта при сбое в программном обеспечении микроконтроллера МК, формируя трехкратный сигнал сброса.

Узел питания УП обеспечивает МЗ-569 всеми необходимыми стабилизированными напряжениями питания, осуществляет защиту от перенапряжений и короткого замыкания.

Узел индикации УИ сигнализирует о работе основного и резервного комплектов модуля МЗ-569.

#### **2.6.7.9. Съемный модуль питания датчиков МПД-519**

Модуль питания датчиков МПД-519 предназначен для формирования стабилизированных напряжений, необходимых для питания датчиков модуля МЗ-569.

Модуль питания датчиков МПД-519 обеспечивает защиту от перегрузок, короткого замыкания и снижения входного напряжения.

Модуль содержит четыре идентичных канала формирования стабилизированного напряжения из бортовой сети постоянного напряжения. Каждый канал содержит предохранитель, модуль питания типа DC/DC, входную емкость для каждого входного напряжения 50В1 и 50В2.

Элементы, содержащиеся в каждом канале:

канал 1 — F1, C1, C5;

канал 2 — F2, C2, C6;

канал 3 — F3, C3, C7;

канал 4 — F4, C4, C8.

Модуль последовательных интерфейсов МПИ представляет собой шлюз-разветвитель между дублированным CAN-каналом и каналами RS-485 интерфейса (4 шт.) и предназначен для связи БУО со счетчиками электроэнергии постоянного тока.

Модуль управления системой термоконтроля МУСТК-3 представляет собой контроллер, осуществляющий связь с блоками измерения температуры букс и подшипников и блоками измерения температуры БТР по CAN-интерфейсу.

### ***2.6.8. Общие пояснения к электрической схеме***

Электрическая схема электровоза условно разделена на следующие части:

— схема высоковольтных цепей переменного тока, схема высоковольтных цепей постоянного тока, схема высоковольтных цепей питания тяговых преобразователей (все схемы электровоза ЭП20 описаны в соответствии с ЗТС.085.003Э3 Электровоз магистральный ЭП20. Схема электрическая принципиальная).

Структурные схемы силовых цепей переменного и постоянного тока, УКПРТ, тяговых преобразователей, тяговых двигателей и отопления поезда приведены на рис. 2.83 и 2.84;

— схема цепей вспомогательного преобразователя, цепей питания вспомогательных машин, цепей системы обеспечения микроклимата, питающихся от тяговых преобразователей (все схемы электровоза ЭП20 описаны в соответствии с ЗТС.085.003Э3 Электровоз магистральный ЭП20. Схема электрическая принципиальная).

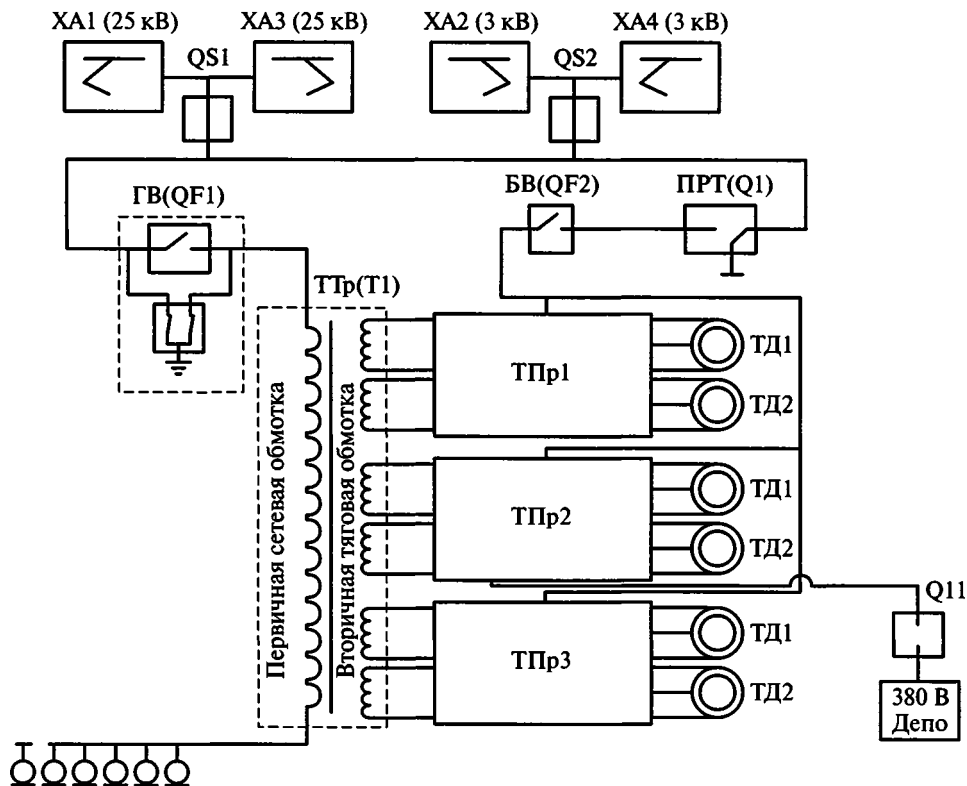


Рис. 2.83. Структурная схема силовых цепей переменного и постоянного тока, УКПРТ, тяговых преобразователей и тяговых двигателей

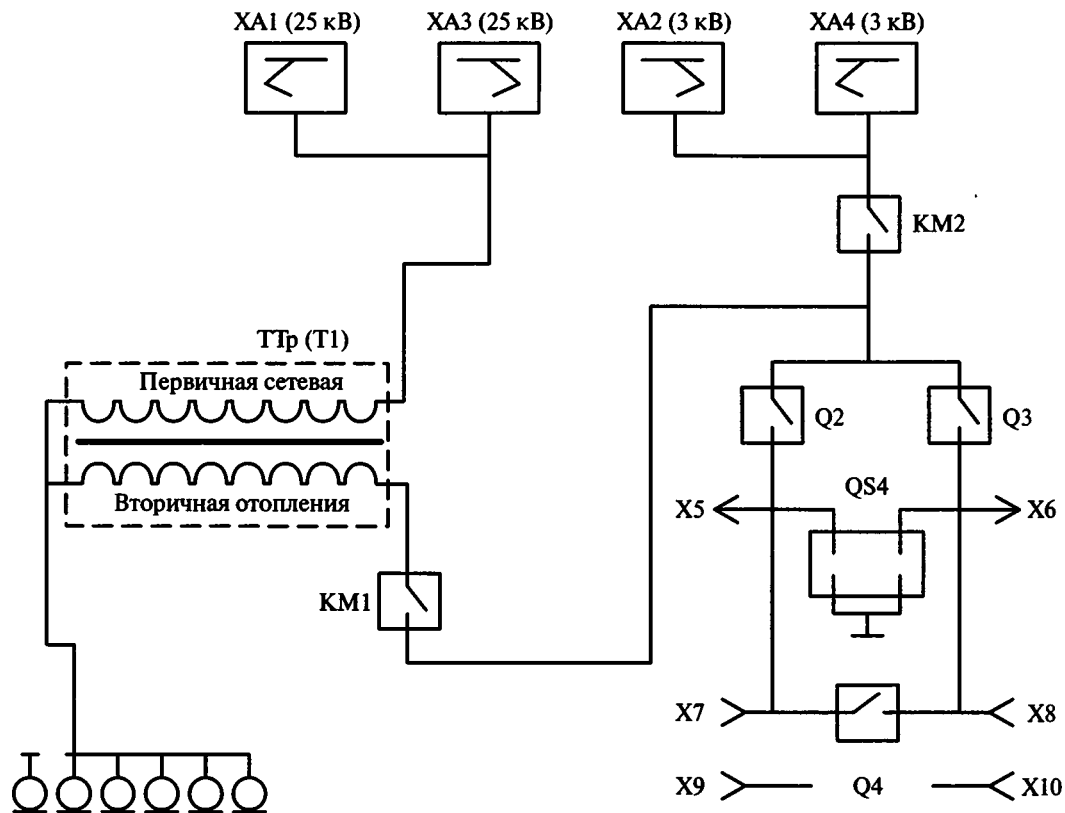


Рис. 2.84. Структурная схема силовых цепей переменного и постоянного тока и отопления поезда

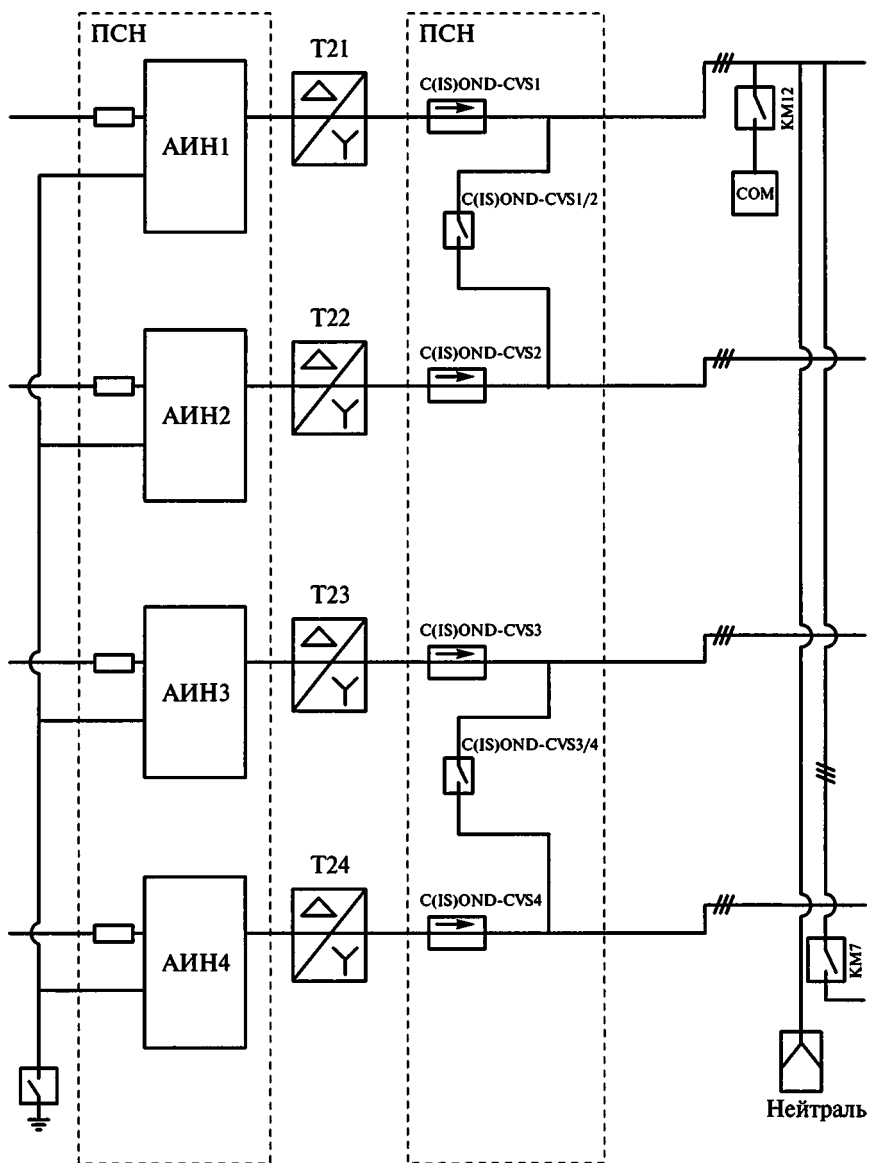
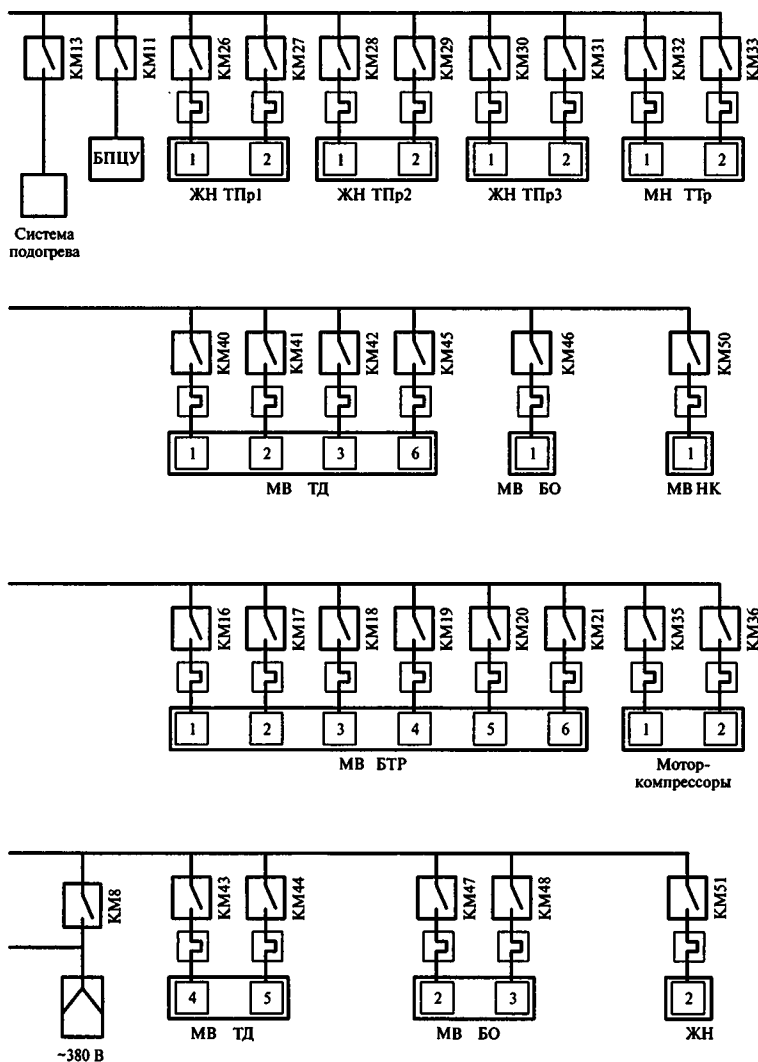


Рис. 2.85. Структурная схема цепей вспомогательных преобразователей,



вспомогательных трансформаторов и нагрузок вспомогательных цепей

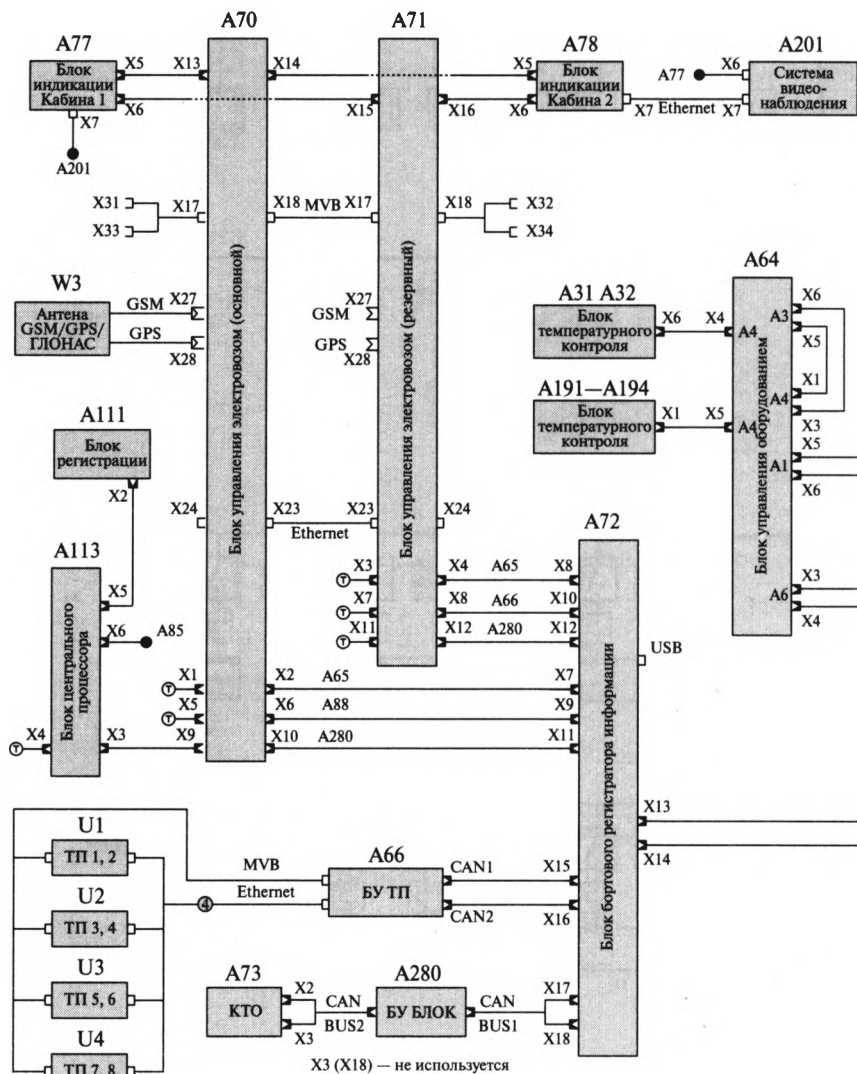


Рис. 2.86. Структурная схема системы





Структурная схема цепей вспомогательных преобразователей, вспомогательных трансформаторов и нагрузок вспомогательных цепей приведена на рис. 2.85;

– схема цепей управления (все схемы электровоза ЭП20 описаны в соответствии с ЗТС.085.003Э3 Электровоз магистральный ЭП20. Схема электрическая принципиальная).

Структурная схема системы управления электровозом приведена на рис. 2.86.

Схемой предусмотрена возможность автоматического и ручного (неавтоматического) управления электровозом как в режиме тяги, так и в режиме электрического (рекуперативного или реостатного) торможения.

### ***2.6.9. Силовые и вспомогательные цепи***

Положение переключателей Q1 и Q2, входящих в состав тягового преобразователя, приведено для работы электровоза на переменном токе, разъединителей QS1, QS2 во включенном положении.

Положение переключателя рода тока Q1 показано для работы электровоза на переменном токе или при отсутствии напряжения на токоприемнике.

Провода обозначенные:

– буквой В с цифрой (В1, В2, и т.д.) относятся к высоковольтным цепям;

– буквой С с цифрой (С1, С2, и т.д.) относятся к цепям собственных нужд и к цепям управления, напряжение которых выше 42 В переменного тока;

– буквой Н с цифрой (Н1, Н2, и т.д.) относятся к цепям управления;

– буквой Т с цифрой (Т1, Т2 и т.д.) относятся к цепям электропневматического тормоза;

– буквой L с цифрой (L1, L2 и т.д.) относятся к цепям системы безопасности;

– буквой А с цифрой (А1, А2 и т.д.) относятся к цепям автоматики;

– буквой Р с цифрой (Р1, Р2 и т.д.) относятся к цепям пожарной сигнализации.

Провода, соединяющие оборудование (корпуса, магнитопроводы и другие части) с кузовом электровоза, должны быть обозначены буквой G.

Кузов электровоза должен быть заземлен через токосъемные устройства ХТ1, ХТ6.

Все тележки электровоза должны быть электрически соединены с кузовом электровоза.

Корпуса тяговых двигателей М1—М6 должны быть электрически соединены с кузовом электровоза.

Кабели, обозначенные буквой Н с цифрой (Н-1, Н-2 и т.д.) — из комплекта системы температурного контроля СТК-3.

Низкоиндуктивное соединение источника питания цепей управления U5 с корпусом электровоза должно быть выполнено металлической пластиной в соотношении «ширина к длине» 1:5.

*Высоковольтная схема на переменном токе*

К основным элементам силовой схемы, участвующим в работе электровоза на переменном токе, относятся:

- токоприемники переменного тока (ХА1; ХА3);
- разъединители токоприемников (QS1.1; QS2.1);
- ограничитель перенапряжений (F1);
- главный выключатель (QF1);
- фильтры радиопомех (Z1; Z2);
- тяговый трансформатор (Т1);
- трансформаторы и датчики тока (Т2; Т3; Т5; ТА11; ТА12; ТА14);
- токосъемные элементы буксовых узлов (ХТ1—ХТ6).

*Высоковольтная схема на постоянном токе*

К основным элементам силовой схемы, участвующим в работе электровоза на постоянном токе относятся:

- токоприемники постоянного тока (ХА2; ХА4);
- разъединители токоприемников (QS1.1; QS2.1);
- переключатель рода тока (Q1);
- ограничитель перенапряжений (F2);
- быстродействующий выключатель (QF2);
- фильтр радиопомех (R2/C2—R9/C9);
- блок дросселей (L1.1);
- датчики тока и напряжения (ТА1; TV1, TV5);
- токосъемные элементы (ХТ1—ХТ6).

*Высоковольтная схема питания тяговых преобразователей*

Тяговые преобразователи электровоза ЭП20 обеспечивают работу электровоза при питании от контактной сети как переменного, так и постоянного тока.

К основным элементам тягового преобразователя относятся:

- входной преобразователь (A1);
- звено постоянного тока (R2; R3; R4; C2; L1);
- автономный инвертор напряжения (A3, далее — АИН);
- тормозной чоппер (A2).

*Высоковольтная схема питания вспомогательного преобразователя*

Вспомогательный преобразователь (U4) получает питание от цепей тяговых преобразователей; после четырех входных преобразователей A1 и далее через четыре автономных инвертора напряжения, четыре вспомогательных трехфазных трансформатора T21—T24 и четыре вспомогательных блока управления создаются четыре канала питания (CVS1—CVS4) трехфазного напряжения с нерегулируемой и регулируемой частотой переменного тока в каналах:

CVS1 380В с фиксированной частотой ( $f = 50$  Гц);

CVS2 380В с переменной частотой ( $f = 0, 25, 40, 50$  Гц);

CVS3 380В с фиксированной частотой ( $f = 50$  Гц);

CVS4 380В с переменной частотой ( $f = 0, 25, 40, 50$  Гц).

**Условия для включения вспомогательных машин и нагрузок собственных нужд.**

**Включение нагрузок канала CVS1**

*Условия для включения контакторов KM26—KM33 (электронасосы):*

— канал CVS1 включен и готов к работе в нормальном режиме (CVS\_11\_ready = True). На выходе канал CVS1 или канал CVS2 включен и готов к работе в режиме резервирования (CVS\_12\_ready = True, B\_VoltageOkCVS11 = False, B\_ReseauDistrib11Ok = True) ;

— отсутствует срабатывание тепловых реле KK26—KK33.

*Условия для отключения контакторов KM26—KM33:*

— отключение ГВ/БВ QF1/QF2.

*Условия для включения контакторов KM11, KM12, KM73 (СОМ, БПЦУ, обогрев оборудования):*

— напряжение на выходе канала CVS1 достигло номинального значения (380В, 50Гц) в нормальном режиме (B\_VoltageOkCVS11 = True, B\_ReseauDistrib11Ok = True) или в режиме резервирования (B\_VoltageOkCVS11 = False, B\_ReseauDistrib11Ok = True);

*Условия для отключения контакторов KM11, KM12, KM73:*

— отключение ГВ/БВ QF1/QF2.

## **Включение нагрузок канала CVS2**

*Условия для включения контакторов КМ41—КМ43, КМ45, КМ46, КМ50 (МВТД2—МВТД4, МВТД6, МВБ01, МВНК1):*

— напряжение на выходе канала CVS2 достигло номинального значения (380В, 50Гц) в нормальном режиме (B\_VoltageOkCVS12 = True, B\_ReseauDistrib12Ok = True) или в режиме резервирования (B\_VoltageOkCVS12 = False, B\_ReseauDistrib12Ok = True);

— отсутствует срабатывание тепловых реле КК41-КК43, КК45, КК50.

*Условия для отключения контакторов КМ41—КМ43, КМ45—КМ46, КМ50:*

— отключение ГВ/БВ QF1/QF2.

## **Включение нагрузок канала CVS3**

*Условия для включения контакторов КМ16—КМ21 (МВБТР1—МВБТР6):*

— задан режим «Реостатное торможение»;

— напряжение на выходе канала CVS3 достигло номинального значения (380 В, 50 Гц) в нормальном режиме (B\_VoltageOkCVS21 = True, B\_ReseauDistrib21Ok = True) или в режиме резервирования (B\_VoltageOkCVS21 = False, B\_ReseauDistrib21Ok = True);

— отсутствует срабатывание тепловых реле КК16—КК21.

*Условия для отключения контакторов КМ16—КМ21 (МВБТР1—МВБТР6):*

— отключение ГВ/БВ QF1/QF2.

*Условия для включения контакторов КМ35, КМ36 (МК1, МК2):*

— напряжение на выходе канала CVS3 достигло номинального значения (380В, 50Гц) в нормальном режиме (B\_VoltageOkCVS21 = True, B\_ReseauDistrib21Ok = True) или в режиме резервирования (B\_VoltageOkCVS21 = False, B\_ReseauDistrib21Ok = True);

— давление в питательной магистрали менее 7,5 кг/см<sup>2</sup> — должны быть включены контакторы КМ35 и КМ36.

— давление в питательной магистрали не менее 7,5 кг/см<sup>2</sup> — должен быть отключен либо контактор КМ35, если активна первая кабина, либо контактор КМ36, если активна вторая кабина.

— отсутствует срабатывание тепловых реле КК35, КК36.

*Условия для отключения контакторов КМ35, КМ36 (МК1, МК2):*

— отключение ГВ/БВ QF1/QF2.

#### **Включение нагрузок канала CVS4**

*Условия для включения контакторов КМ40, КМ44, КМ47, КМ48, КМ51 (МВТД2—МВТД4, МВТД6, МВБО2, МВБО3, МВНК2):*

– напряжение на выходе канала CVS4 достигло номинального значения (380В, 50Гц) в нормальном режиме (B\_VoltageOkCVS22 = True, B\_ReseauDistrib22Ok = True) или в режиме резервирования (B\_VoltageOkCVS22 = False, B\_ReseauDistrib22Ok = True);

– отсутствует срабатывание тепловых реле КК40, КК44, КК47, КК48

*Условия для отключения контакторов КМ40, КМ44, КМ47, КМ48, КМ51:*

– отключение ГВ/БВ QF1/QF2.

Приоритет запуска вспомогательных и машин и нагрузок собственных нужд представлен в табл. 101.

*Таблица 101*

Нагрузка	Приоритет	Задержка времени между включением нагрузок, с
МВБТР1—МВБТР6. Включение КМ16—КМ21	1—6	3
БПВЦ U5. Включение КМ11	7	0,5
МВБО1—МВБО3. Включение КМ46—КМ48	8—10	5
МВТД1—МВТД6. Включение КМ40—КМ45	11—16	3
МК1, МК2. Включение КМ35—КМ36	17, 18	1
МВНК1, МВНК2. Включение КМ50, КМ51	19, 20	2
СОМ и санитарно-гигиеническое оборудование. Включение КМ12	21	2

Для каждого канала ВПр U4 (CVS1—CVS4) MPU управляет последовательностью запуска нагрузок в соответствии с уровнем приоритета. Управление последовательностью запуска MPU осуществляет независимо для каждого канала ВПр U4.

Ниже рассмотрены алгоритмы управления изменением частоты переменного тока при управлении нагрузками, получающими питание от CVS2 и CVS4.

### **Алгоритм управления мотор-вентиляторами наддува кузова**

*При работе электровоза в летний период (SUMMER):*

– при скорости электровоза 0 км/ч МПСУ не должна включать мотор-вентиляторы наддува кузова (МВНК1 и МВНК2) М50 и М51;  
– при скорости электровоза >3 км/ч МПСУ должна включить оба мотор-вентилятора наддува кузова М50 и М51 по крайней мере на частоте 25 Гц;

– при температуре в кузове >35 °С МПСУ должна включить МВНК1 и МВНК2 на частоту 25 Гц при скорости электровоза <2 км/ч;

– при температуре в кузове >35 °С МПСУ должна включить МВНК1 и МВНК2 на частоту 50 Гц при скорости электровоза >3 км/ч.

*При работе электровоза в зимний период (WINTER):*

– при скорости электровоза 0 км/ч и температуре окружающего воздуха от 0 до –40 °С МПСУ должна включить только один МВНК на той частоте, которую запрашивает ТД;

– при скорости электровоза 0 км/ч и температуре окружающего воздуха от –40 до –50 °С МПСУ не должна включать мотор-вентиляторы наддува кузова (МВНК1 и МВНК2) М50 и М51;

– при забортной температуре воздуха от –50 до –40 °С и скорости электровоза >0 км/ч МПСУ должна включить только один МВНК на частоте 25 Гц;

– при забортной температуре воздуха от –40 до 0 °С и скорости электровоза >3 км/ч МПСУ должна включить только один МВНК на той частоте, которую запрашивает ТД.

### **Алгоритм управления мотор-вентиляторами тяговых двигателей**

В зависимости от нагрева обмоток ТД, контролируемых с помощью датчиков системы СТК, МРU регулирует частоту переменного тока питающего напряжения, подаваемого к вспомогательным нагрузкам, в соответствии с данными, представленными в табл. 102.

*Таблица 102*

Диапазон превышения температуры нагрева °С обмотки тягового двигателя М1–М6 над температурой охлаждающего воздуха	Частота на выходе канала ВПр, Гц
0–95	25
95–125	40
125–160	50

**Алгоритм для включения (отключения) контакторов КМ35, КМ36 после выполнения условия для включения (отключения)**

При давлении в питательной магистрали менее  $7 \text{ кг/см}^2$  БУО А63 дает команду на включение контакторов КМ35 и КМ36. После достижения давления в питательной магистрали  $7,5 \text{ кг/см}^2$  БУО А63 должен отключить либо контактор КМ35, если управление электровозом ведется из первой кабины, либо контактор КМ36, если управление электровозом ведется из второй кабины.

Оставшийся включенным контактор должен быть выключен БУО А63 при достижении давления в питательной магистрали значения  $9 \text{ кг/см}^2$ .

При снижении давления в питательной магистрали до значения  $7,0 \text{ кг/см}^2$  БУО А63 должен включить один из контакторов КМ35 или КМ36, в зависимости от рабочей кабины (КМ36 при работе из кабины №1, КМ35 при работе из кабины № 2). После первого цикла включения (отключения) соответствующего контактора КМ35 (КМ36) при снижении давления ниже  $7,0 \text{ кг/см}^2$  в питательной магистрали МПСУ должна чередовать включение (отключение) контакторов КМ35 (КМ36) при дальнейших циклах работы главных компрессоров

Для ручного управления предусмотрена клавиша ПОДКАЧКА ВОЗДУХА, расположенная на БСК S21 (S22).

При нажатии на эту клавишу ее подсветка изменяет цвет свечения с желтого на зеленый, а в МПСУ должна поступить информация о необходимости включить главный компрессор. При давлении в питательной магистрали менее  $0,9 \text{ МПа}$  ( $9 \text{ кгс/см}^2$ ), но не менее  $0,7 \text{ МПа}$  ( $7 \text{ кгс/см}^2$ ) МПСУ должна включить контакторы КМ35 и КМ36). Если машинист повторно не нажмет на клавишу ПОДКАЧКА ВОЗДУХА, то МПСУ должна отключить контакторы КМ35 и КМ36 при достижении давления в питательной магистрали  $0,9 \text{ МПа}$  ( $9 \text{ кгс/см}^2$ ), при этом подсветка клавиши ПОДКАЧКА ВОЗДУХА должна изменить свой цвет свечения с зеленого на желтый. При повторном нажатии на клавишу ПОДКАЧКА ВОЗДУХА МПСУ должна отключить компрессор, при этом подсветка клавиши должна изменить свой цвет свечения с зеленого на желтый.

При работающем хотя бы одном компрессоре цвет клавиши ПОДКАЧКА ВОЗДУХА должен быть желтым.

При работающих двух компрессорах цвет клавиши ПОДКАЧКА ВОЗДУХА должен быть зеленым.

При автоматическом включении компрессоров или компрессора МПСУ нажатие на клавишу ПОДКАЧКА ВОЗДУХА не должна приводить к отключению компрессоров или компрессора.

### **АВАРИЙНЫЙ РЕЖИЗМ РАБОТЫ — ВЫХОД ИЗ СТРОЯ КАНАЛА CVS**

**1) Аварийное отключение канала CVS1 при движении электровоза.**  
Должна произойти перегруппировка нагрузок в следующей последовательности:

а) электронасосы остаются включенными, KM11, KM12, KM73 должны отключиться;

б) все контакторы канала CVS2 должны остаться включенными;

в) затем должен включиться контактор замещения канала C(SE) CVS12;

г) на выходе канала CVS2 устанавливается постоянная частота 50 Гц (скорость нарастания 10 Гц/1с);

д) затем должны включиться KM11, KM12, KM73 в соответствии с уровнем приоритетов.

**2) Аварийное отключение канала CVS2 при движении электровоза.**  
Должна произойти перегруппировка нагрузок в следующей последовательности:

а) все контакторы канала CVS1 остаются включенными, все контакторы канала CVS2 должны отключиться;

б) затем должен включиться контактор замещения канала C(SE) CVS12;

в) затем должны включиться все контакторы канала CVS2 в соответствии с уровнем приоритетов.

**3) Аварийное отключение канала CVS3 при движении электровоза.**  
Должна произойти перегруппировка нагрузок в следующей последовательности:

а) все контакторы канала CVS4 остаются включенными, все контакторы канала CVS3 должны отключиться;

б) затем должен включиться контактор замещения канала C(SE) CVS34;

в) на выходе канала CVS4 устанавливается постоянная частота 50 Гц (скорость нарастания 10 Гц/1с);

г) затем должны включиться все контакторы канала CVS3 в соответствии с уровнем приоритетов.



#### **4) Аварийное отключение канала CVS4 при движении электровоза.**

Должна произойти перегруппировка нагрузок в следующий последовательности:

а) все контакторы канала CVS3 остаются включенными, все контакторы канала CVS4 должны отключиться;

б) затем должен включиться контактор замещения канала C(SE)CVS34;

в) затем должны включиться все контакторы канала CVS4 в соответствии с уровнем приоритетов.

### ***2.6.10. Цепи управления и отображения информации***

#### **Управление токоприемниками ХА1—ХА4 и разъединителями токоприемников QS1 и QS2**

Для управления токоприемниками на пульте машиниста предусмотрены две сенсорные клавиши ТОКОПРИЕМНИК ПЕРЕДНИЙ и ТОКОПРИЕМНИК ЗАДНИЙ, расположенные на БСК S19 (S20).

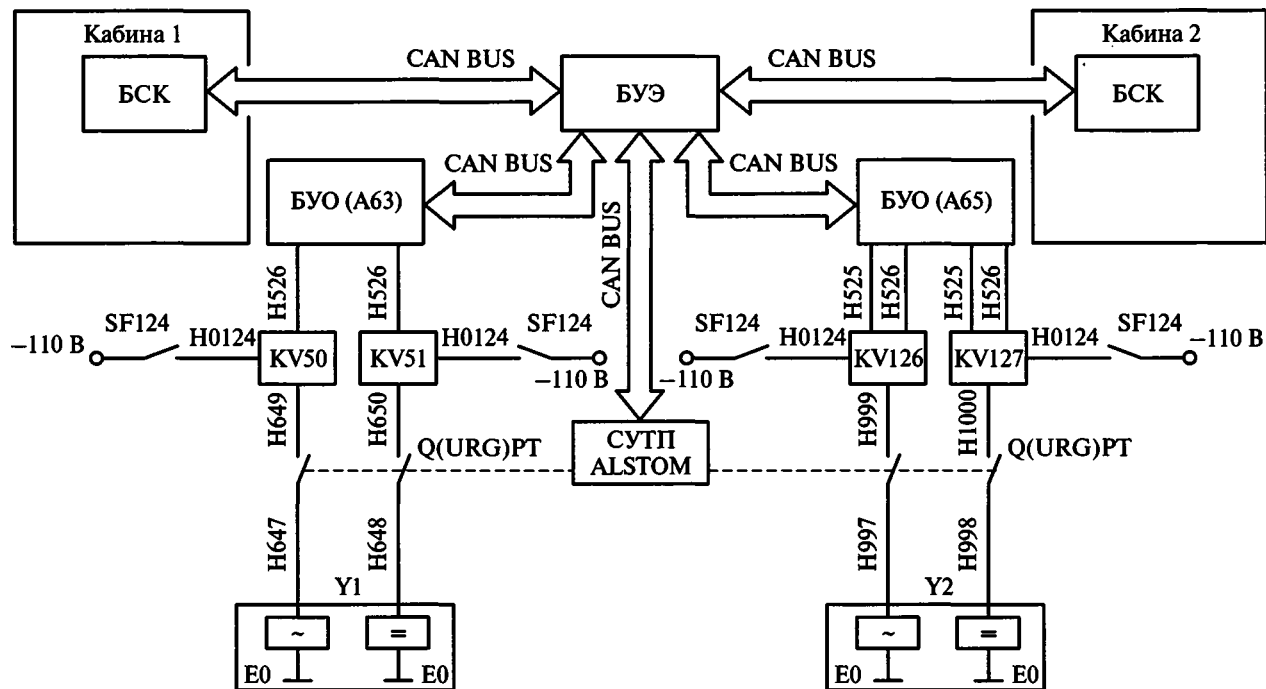
Сенсорные клавиши имеют следующую подсветку:

- желтый — сигнализация, что токоприемник опущен;
- мигающий желтый — признак попытки МПСУ поднятия токоприемника;
- зеленый — сигнализация о поднятом токоприемнике;
- мигающий зеленый — признак попытки МПСУ опускания токоприемника;
- красный — неисправность токоприемника.

Управление разъединителями токоприемников QS1 и QS2 осуществляется при помощи клавиш, расположенных на БИ А77 (А78). Для включения служат клавиши F2 и F3 (в верхнем ряду клавиш), позволяющие включить соответственно разъединители QS1 и QS2. Для отключения служат клавиши 6 и 7 (в нижнем ряду клавиш), позволяющие отключить соответственно разъединители QS1 и QS2.

Структурная схема цепей управления токоприемниками через функциональные интерфейсы БУЭ показана на рис. 2.87.

Управление токоприемниками осуществляет МПСУ посредством подачи или снятия питания с электропневматических вентилях токоприемников, расположенных в пневматических модулях Y1 и Y2. Каждый пневматический модуль содержит по два электропневма-



тических вентиля и два реле давления. Последние предназначены для сигнализации поднятого состояния токоприемника.

**Условия для включения крышевых разъединителей QS1, QS2 и поднятия токоприемников ХА1—ХА4**

1) *Разрешение на поднятие происходит, если выполнены следующие условия:*

- включена система управления электровоза и выбрана «рабочая» кабина;
- давление в питательной магистрали составляет не менее 0,6 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>);
- все щиты шкафов с высоковольтным оборудованием предварительно были заблокированы;
- сигнал о пожаре от системы пожаротушения отсутствует;
- заземлитель главного выключателя QF1 должен находиться в положении «РАЗЗЕМЛЕНО»;
- заземлители QS4 и QS10 должны находиться в положении «РАЗЗЕМЛЕНО»;
- ГВ и БВ (QF1 и QF2) должны быть выключены, переключатель рода тока Q1 должен быть в положении «переменный ток»;
- поднятие токоприемника ранее не было заблокировано МПСУ или МРУ;
- разъединитель QS1 включен (при задании на поднятие токоприемников ХА1 (ХА2));
- разъединитель QS2 включен (при задании на поднятие токоприемников ХА1 (ХА2));
- переключатель Q11 в положении, соответствующем питанию тягового двигателя от ТПр;
- автоматический выключатель SF124 должен быть во включенном состоянии;
- получено разрешение от СУТП ALSTOM.

При несоблюдении данных условий и попытке поднятия токоприемников на экране БИ А77 (А78) появляется в статусной строке предупреждающее сообщение, содержащее причину невозможности подъема токоприемников.

2) *Разрешение на опускание токоприемников происходит, если выполнены следующие условия:*

- опускание токоприемников ХА1—ХА4 осуществляется только при отключенных ГВ QF1 и БВ QF2;

– при попытке опустить токоприемник при включенном ГВ или БВ МПСУ сначала отключит ГВ или БВ, а затем опустит токоприемник.

Если подняты два токоприемника (ХА1 и ХА3 или ХА2 и ХА4), то токоприемник может быть опущен и без обратной связи об отключении ГВ/БВ.

МПСУ аварийно опускает и блокирует поднятие токоприемников в случае:

– переключатель рода тока Q1 в неопределенном положении или в положении, не соответствующем роду тока в сети;

– по запросу от системы автоматического пожаротушения СПСТ Эл4-04 на опускание токоприемников.

МПСУ блокирует поднятие токоприемников при их несанкционированном опускании, возможном в случае исчезновения напряжения на электропневматических вентилях пневматических модулей Y1 и Y2 при срабатывании автоматического выключателя SF124.

Особенностью цепей управления является нормальный замкнутый контакт реле Q(URG)PT, реле Q(URG)PT находится в низковольтном шкафу ALSTOM.

Управление данным реле осуществляет СУТП.

Аварийное опускание токоприемников происходит в следующих случаях:

– главный выключатель QF1 не отключается по запросу СУТП ALSTOM;

– быстродействующий выключатель QF2 не отключается по запросу СУТП ALSTOM;

– переключатель рода тока Q1 в неопределенном положении или в положении не соответствующему роду тока в сети, или есть ток в силовой цепи при отключенных главном и быстродействующем выключателях QF1 и QF2.

**Особый режим поднятия токоприемников постоянного тока ХА2 и ХА4**

При работе на постоянном токе должно произойти автоматическое поднятие переднего токоприемника ХА2, если до этого был поднят задний токоприемник ХА4, или заднего токоприемника ХА4, если до этого был поднят передний токоприемник ХА2 при соблюдении следующих условий:

– включен контактор КМ2;

– скорость электровоза менее 3 км/ч;

### **Аварийное опускание токоприемников от МПСУ**

МПСУ блокирует поднятие соответствующей пары токоприемников (XA1 и XA2 или XA3 и XA4) в следующих случаях:

- при срабатывании системы «аварийного опускания токоприемника» («ADD»);
- при несанкционированном опускании токоприемника, возможном в случае исчезновения утечки воздуха из пневмосистемы.

Структурная схема цепей управления крышевыми разъединителями через функциональные интерфейсы БУЭ показана на рис. 2.88.

### **Включение и выключение разъединителей QS1 и QS2 от МПСУ**

Включение и отключение разъединителей QS1 и QS2 должно происходить только при опущенных токоприемниках XA1—XA4.

При нажатии соответствующих клавиш 6, 7, F2, F3 на БИ A77(A78) в кадре «Силовая схема» и выполнения условий должно происходить включение или отключение разъединителей соответственно QS1 и QS2. В случае если хотя бы один токоприемник XA1—XA4 поднят, то функциональное название клавиш 6 и 7 не должно быть засвечено.

Команда на «Включение или Отключение» разъединителей QS1 и QS2 передается в МПСУ электровоза по интерфейсному каналу связи от БИ A77(A78).

Диагностику состояния токоприемников XA1—XA4 и разъединителей QS1, QS2 осуществляют в кадре «Силовая схема» в соответствии с описанием, приведенным ниже (рис. 2.89).

Поле 1 — токоприемники XA1—XA4. Индицирует состояние токоприемников. Опущенному состоянию соответствует синий цвет подсветки. Поднятому состоянию токоприемников — зеленый цвет.

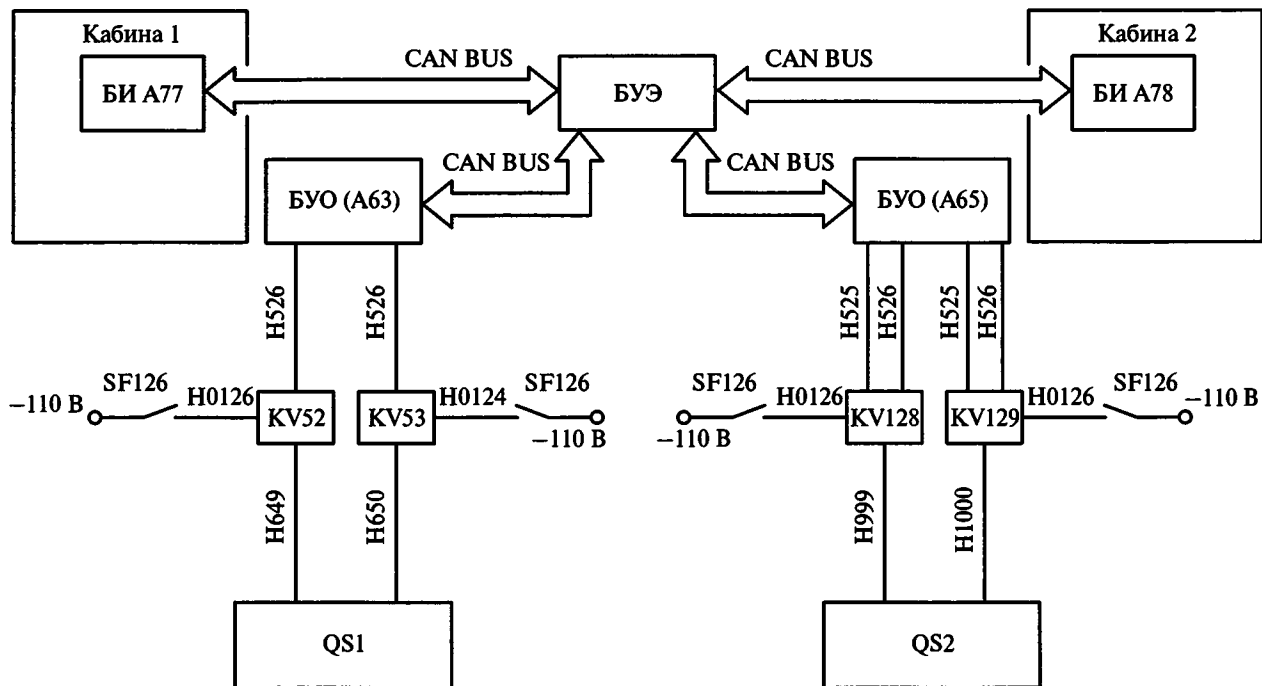
В случае аварийного опускания токоприемники подсвечиваются красным цветом.

Поле 2 — разъединители крышесые QS1, QS2.

Имеют три состояния: замкнут, разомкнут и неопределенное (ошибка определения). В случае ошибки определения происходит индикация красным цветом, в состоянии замкнутости — зеленым, и при разомкнутом состоянии выделение отсутствует.

### **Управление устройством контроля и переключения рода тока Q1 (ПРТ)**

СУТП ALSTOM выполняет переключение Q1 (ПРТ) из одного состояния в другое. Q1 (ПРТ) имеет два положения:



- заземлен (переменный ток);
- не заземлен (постоянный ток).

Структурная схема цепей управления устройством контроля и переключения рода тока Q1 (ПРТ) через функциональные интерфейсы БУЭ и БУО показана на рис. 2.90.

Исходное положение Q1 (ПРТ) — при опущенных токоприемниках **ЗАЗЕМЛЕН**.

Условие для перевода Q1 (ПРТ) в положение постоянный ток:

– постоянный род тока определен системой определения рода тока;

- напряжение в КС находится в допустимом диапазоне;
- QF2 (БВ) находится в выключенном состоянии.

Условие для перевода Q1 (ПРТ) в положение переменный ток:

- QF2 (БВ) находится в выключенном состоянии;
- отсутствует определение напряжения постоянного тока.

Диагностику состояния Q1 (ПРТ) осуществляют в кадре «Силовая схема» в соответствии с описанием, приведенным ниже (см. рис. 2.89):

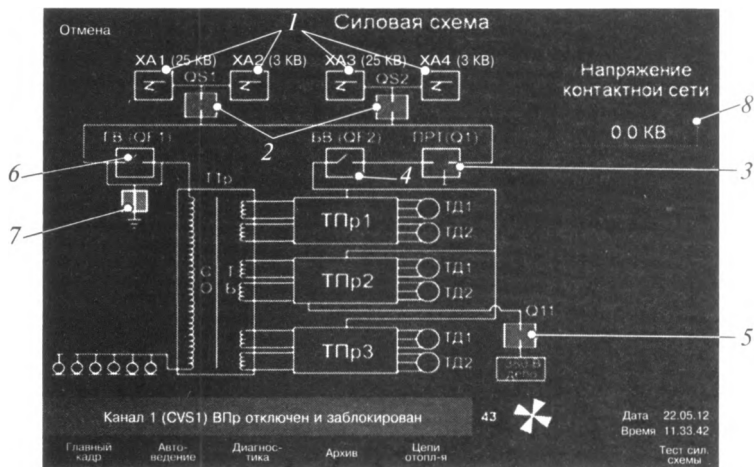


Рис. 2.89. Кадр БИ А77(А78) «Силовая схема»:

1 — токоприемники XA1—XA4; 2 — разъединители крышевые QS1, QS2; 3 — переключатель рода тока Q1; 4 — быстродействующий выключатель QF2; 5 — разъединитель ввода электровоза в депо Q11; 6 — силовой размыкающий контакт главного выключателя QF1; 7 — заземлитель главного выключателя QF1; 8 — контроль действующего напряжения в контактной сети

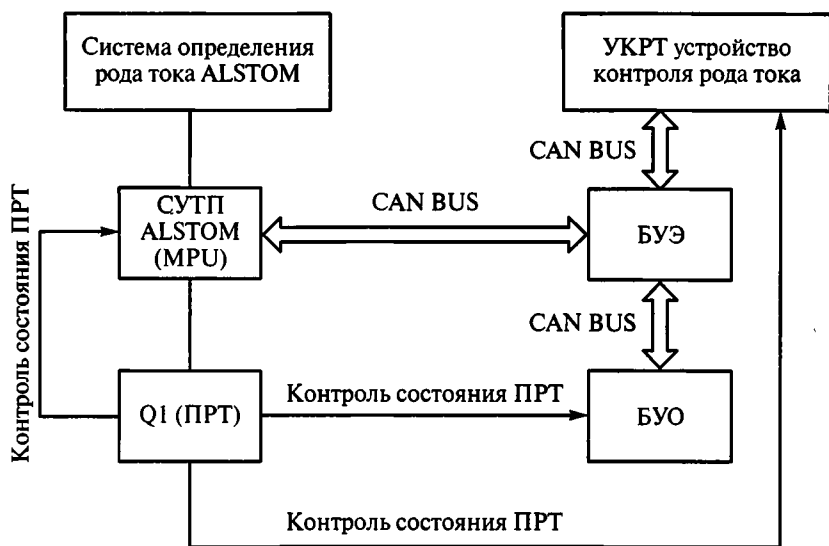


Рис. 2.90. Структурная схема цепей управления устройством контроля и переключения рода тока Q1

Поле 3 — Q1 (ПРТ) индицирует состояния ПРТ.

Индикатор переключателя рода тока Q1(ПРТ) может принимать следующую подсветку:

- выделение отсутствует: при разомкнутом состоянии ПРТ (заземлено);
- зеленого цвета: в замкнутом состоянии ПРТ;
- красного цвета: если положению ПРТ не удастся определить.

Принципы работы системы диагностики состояния Q1 (ПРТ) со стороны МПСУ и СУТП ALSTOM приведены в табл. 103.

Таблица 103

Положение Q1 (Н(О—С)), определенное МПСУ	Положение Q1 (Н(О—С)), определенное СУТП ALSTOM	Положение ПРТ Q1 (Н(О—С))
«Переменный ток»	«Постоянный ток»	«Неопределенно»
«Переменный ток»	«Переменный ток»	«Переменный ток»
«Постоянный ток»	«Постоянный ток»	«Постоянный ток»
«Неопределенно»	«Неопределенно»	«Неопределенно»



Варианты работы системы диагностики состояния Q1 (ПРТ):

1) ГВ/БВ выключен, токоприемник(и) поднят(ы).

Если в течение 5 с после определения рода тока положение Q1 Н(О—С), определенное МПСУ, не будет соответствовать роду тока или находиться в неопределенном положении, то МПСУ должна аварийно опустить ранее поднятый токоприемник ХА1—ХА4.

В случае неопределенного состояния МПСУ должна опустить ранее поднятый токоприемник и заблокировать поднятие всех токоприемников.

2) ГВ/БВ включен, токоприемник(и) поднят(ы).

В случае изменения положения Q1 Н(О—С) МПСУ отключает ГВ/БВ, опускает токоприемники и блокирует дальнейшее их использование.

**Управление главным выключателем QF1 и быстродействующим выключателем QF2**

Для управления главным выключателем переменного тока QF1 и быстродействующим выключателем постоянного тока QF2 предусмотрена клавиша **ГЛАВНЫЙ/БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ**, расположенная на БСК S19 (S20).

Сенсорные клавиши имеет следующую подсветку:

— желтый — сигнализация, что ГВ и БВ выключены;

— мигающий желтый — признак активации процесса включения ГВ или БВ;

— зеленый — сигнализация о включенном ГВ или БВ;

— мигающий зеленый — признак активации процесса выключения ГВ или БВ;

— красный — признак аварийного отключения ГВ или БВ.

Структурная схема цепей управления главным и быстродействующим выключателями через функциональные интерфейсы БУЭ показана на рис. 2.91.

**Условия для включения QF1 (ГВ) и QF2 (БВ)**

1) К условиям аппаратного включения QF1 и QF2 относятся:

— кнопка «Аварийное отключение ГВ/БВ» S71(S72) не нажата;

— клапан сверхдавления тягового трансформатора Т1 и блока дросселей L1 не сработал;

— заземлитель ГВ QF1 находится в положении РАЗЗЕМЛЕНО;

— замкнуты контакты защитных реле тяговых преобразователей U1—U3;

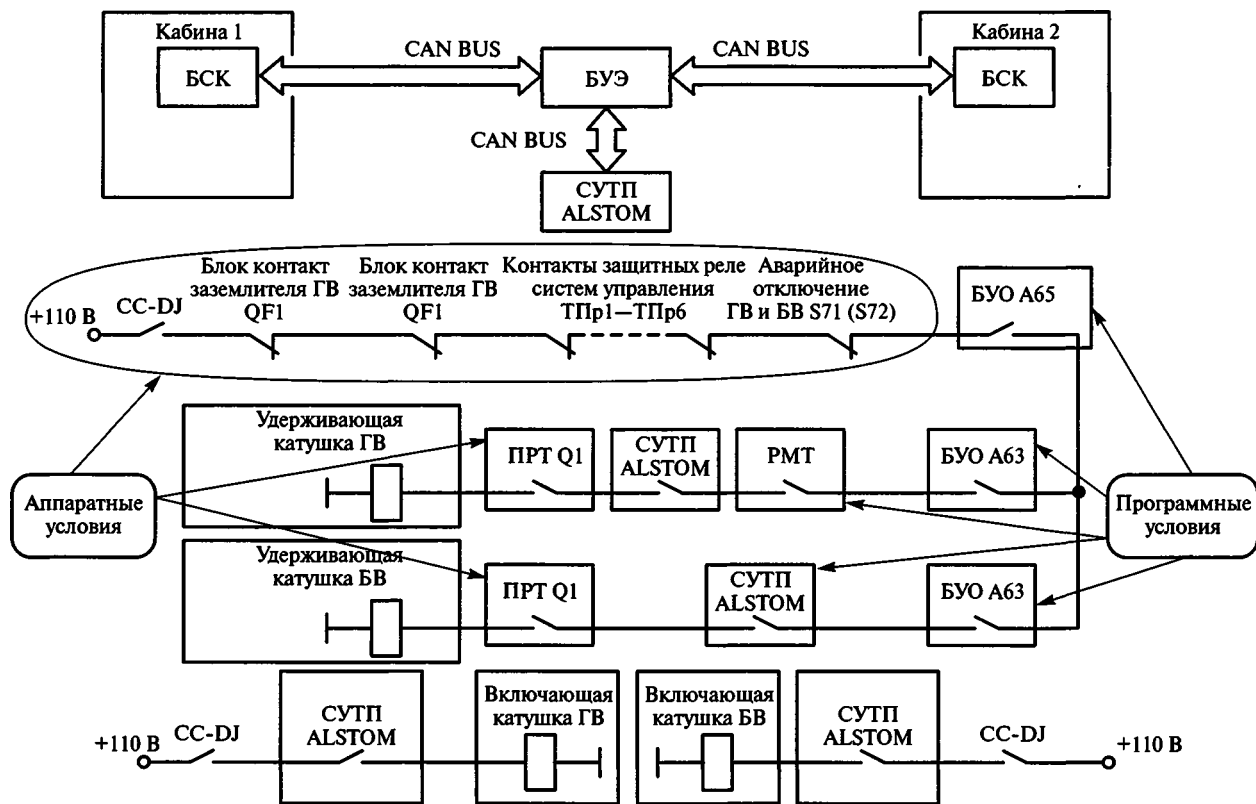


Рис. 2.91. Структурная схема цепей управления главным и быстродействующим выключателями

- ПРТ Q1 находится в положении «Переменный ток»;
- реле максимального тока KA5 в цепи первичной обмотки тягового трансформатора не сработало;

- модуль защит A7 БУО А64 не выявил аварийной ситуации.

2) к условиям программного включения QF1 и QF2 относятся:

а) общие условия для обоих выключателей QF1, QF2:

- заземлитель QS4 находится в положении «РАЗЗЕМЛЕНО»;
- заземлитель QS10 находится в положении «РАЗЗЕМЛЕНО»;
- заземлитель ГВ QF1 находится в положении «РАЗЗЕМЛЕНО»;
- отсутствует сигнал о наличии пожара;
- отсутствует задание на реализацию тягового/тормозного уси-

лия;

б) условия программного включения QF1 (ГВ):

- QF2 (БВ) находится в выключенном состоянии;
- напряжение контактной сети находится в допустимых пределах;

- включение ГВ QF1 должно осуществляться только при значении напряжения контактной сети в диапазоне от 19 до 29 кВ, токоприемник переменного тока поднят (XA1 или XA3);

- ПРТ Q1 находится в положении, соответствующем переменному току;

- отсутствует КЗ в силовой цепи и цепи отопления;

- отсутствует блокирование включения со стороны МРУ и МПСУ;

в) условия программного включения QF2 (БВ):

- токоприемник постоянного тока поднят (XA2 или XA4);
- включение БВ QF2 должно осуществляться только при значении напряжения контактной сети в диапазоне от 2,2 до 4 кВ;

- ПРТ Q1 находится в положении, соответствующем постоянному току;

- отсутствует КЗ в силовой цепи и цепи отопления;

- отсутствует блокирование включения со стороны МРУ и МПСУ.

#### **Аварийное отключение QF1 (ГВ) и QF2 (БВ)**

Цепь управления QF1 (ГВ) и QF2 (БВ) может быть разорвана в случае аварийных ситуаций при срабатывании следующих устройств:

а) Аппаратная защита:

- при срабатывании РМТ KA5 (Q-L(M)). Данное реле должно разомкнуть свой контакт в цепи управления ГВ QF1;

– при обнаружении токовой перегрузки в цепях первичной обмотки ТТр Т1 ( $I > 900$  А, фильтр 20 мс) или отопления поезда ( $I > 707$  А, программная задержка модуля защиты 1 мс) (мониторинг значения величины тока в первичной обмотке ТТр Т1 осуществляет датчик ТА14, подключенный к МЗ А7 БУО А64 к разъему Х4. Мониторинг значения величины тока в цепи отопления осуществляет датчик ТА5 подключенный к МЗ А7 БУО А64 к разъему Х5);

– при возникновении перенапряжения в контактной сети переменного тока ( $U > 30500$  В, фильтр 6,2 мс) (мониторинг значения величины напряжения контактной сети переменного тока осуществляет измерительный трансформатор ТЗ, подключенный к МЗ А7 БУО А64 к разъему Х3);

– при нажатии на кнопку АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ ГВ/БВ S71(S72);

– при срабатывании клапана сверхдавления ТТр Т1 или блока дросселей L1;

– при срабатывании датчика-реле измерения температуры масла ТТр Т1 или блока дросселей L1;

– при срабатывании автоматического выключателя CC-DJ, установленного в низковольтном шкафу ATSA.

*б) Программная защита:*

– при возникновении аварийных ситуаций в силовых цепях тяговых преобразователей — СУТП ALSTOM;

– при срабатывании защитных реле ТПр U1—U3;

– по запросу от системы автоматического пожаротушения СПСТ Эл4-04 на опускание токоприемников ХА1—ХА4 и отключение ГВ/БВ QF1/QF2;

– при выходе напряжения контактной сети за допустимые пределы;

– при переходе ПРТ Q1 в положение, не соответствующее определенному рода тока или в неопределенное положение.

Диагностику состояния QF1 (ГВ), QF2 (БВ) осуществляют в кадре «Силовая схема» в соответствии с описанием, приведенным ниже (см. рис. 2.89):

Поле 4 — QF2 (БВ).

Индикатор состояния QF2 (БВ). Имеет следующие состояния: замкнут (индикация зеленым цветом), разомкнут (без индикации), аварийно отключен (красным цветом).

Поле 6 — QF1 (ГВ).

Индикатор состояния QF1 (ГВ) (многофункциональное устройство С4F) имеет следующие состояния: замкнут (индикация зеленым цветом), разомкнут (без индикации), аварийно отключен (красным цветом).

#### **Управление МПСУ и другими устройствами электровоза**

Выбор активной кабины МПСУ осуществляет после включения бистабильного реле SA3 (SA4), один из нормально разомкнутых контактов подключен к БДВ A53 (A54) (рис. 2.92):

- включение SA3 информирует МПСУ о том, что «рабочая» кабина № 1;
- включение SA4 информирует МПСУ о том, что «рабочая» кабина № 2.

Принципы работы МПСУ при определении активной кабины приведены в табл. 104 (отображение информации по выбранной кабине управления показано на рис. 2.93).

*Таблица 104*

Номер «рабочей» кабины	Состояние SA3	Состояние SA4
Кабины неактивны	Выключено	Выключено
Кабина № 1	Включено	Выключено
Кабина № 2	Выключено	Включено
Кабины неактивны. Ошибка определения кабины	Включено	Включено

*Примечание.* Включение SA3 и SA4 одновременно недопустимо. В этом случае на экран БИ A77 (A78) должна выводиться информация об ошибке определения «рабочей» кабины электровоза и блокировать дальнейшие действия по введению электровоза в рабочее состояние до тех пор, пока не будет устранена ошибка!

#### *Управление аппаратами подключения цепи энергоснабжения вагонов поезда*

Для управления аппаратами подключения цепи энергоснабжения вагонов поезда предусмотрена клавиша ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА и S63 «ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА», БСК S21(S22).

Для включения контактора KM1 необходимо, чтобы были выполнены следующие условия:

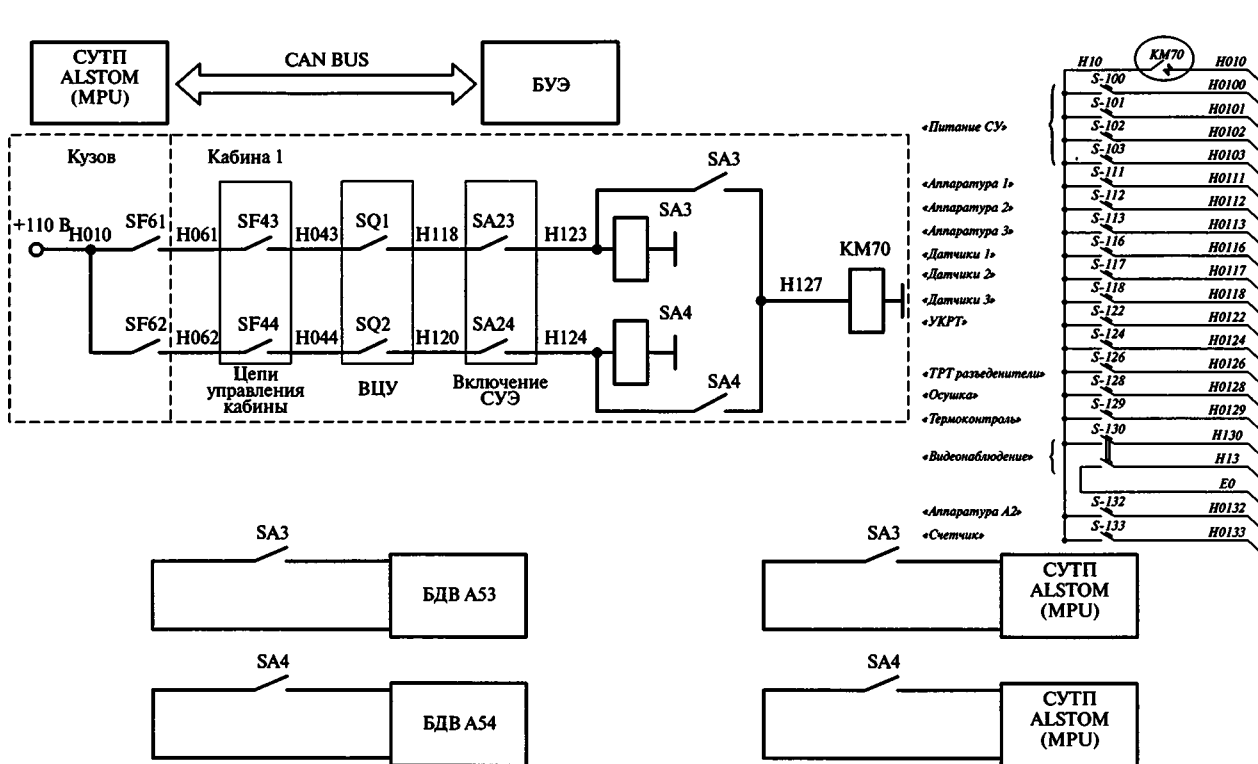


Рис. 2.92. Структурная схема цепей управления определения МПСУ рабочей кабины управления.



Рис. 2.93. Кадр БИ А77 (А78) «Основной»: в верхнем левом углу кадра отображается активная кабина управления, определенная МПСУ

- включен выключатель S63 ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА;
- УОКРТ А1 определило переменный род тока в контактной сети;
- включен ГВ QF1;
- выключен разъединитель Q4;
- включены разъединители Q2 или Q3.

Для включения контактора KM2 необходимо, чтобы были выполнены следующие условия:

- включен выключатель S63 ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА;
- УОКРТ А1 определило постоянный род тока в контактной сети;
- включен БВ QF2;
- выключен разъединитель Q4;
- включены разъединители Q2 или Q3.

Для включения разъединителя Q2 необходимо, чтобы были выполнены следующие условия:

- включен выключатель S63 ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА, блокировочный контакт которого подключен на вход БУО А65 проводом Н808 (разъем Х4 клемма 12 МВВ А9);

- разземлен заземлитель QS4;
- выключен разъединитель Q4;
- выключены контакторы КМ1 и КМ2;
- «рабочей» кабиной выбрана кабина № 2.

Для включения разъединителя Q3 необходимо, чтобы были выполнены следующие условия:

– включен выключатель S63 ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА, блокировочный контакт которого подключен на вход БУО А65 проводом Н808 (разъем Х4 клемма 12 МВВ А9);

- разземлен заземлитель QS4;
- выключен разъединитель Q4;
- выключены контакторы КМ1 и КМ2;
- «рабочей» кабиной выбрана кабина № 1.

#### *Штатное включение/отключение контакторов КМ1 и КМ2*

Штатное включение контактора КМ1 должен осуществлять блок А65 при нажатии клавиши ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА и соблюдении всех условий. При этом вышеупомянутая клавиша меняет свой цвет свечения с желтого на зеленый.

Штатное отключение контактора КМ1 должен осуществлять блок А65 при повторном нажатии клавиши ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА, при этом вышеупомянутая клавиша меняет свой цвет свечения с зеленого на желтый. Также контактор КМ1 необходимо отключить при штатном отключении ГВ QF1.

Штатное включение контактора КМ2 должен осуществлять блок А65 при нажатии клавиши ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА и соблюдении всех условий. При этом вышеупомянутая клавиша меняет свой цвет свечения с желтого на зеленый.

Штатное отключение контактора КМ2 должен осуществлять блок А65 при повторном нажатии клавиши ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА, при этом вышеупомянутая клавиша меняет свой цвет свечения с зеленого на желтый. Также контактор КМ2 необходимо отключить при штатном отключении БВ QF2.

#### *Аварийное отключение контакторов КМ1 и КМ2*

Аварийное отключение КМ1 и КМ2 должен осуществлять блок А65 при следующих условиях:

- произошло выключение выключателя S63 ОТОПЛЕНИЕ ПОЕЗДА;
- произошло аварийное отключение главного выключателя QF1 или быстрое действующего выключателя QF2.



### *Управление аппаратами для ввода электровоза в депо и подключения деповского источника электропитания*

Ввод электровоза в депо осуществляется только одним тяговым двигателем МЗ.

Для подключения тягового двигателя МЗ к сети депо служит переключатель Q11, управление которым осуществляется посредством контакторов КМ81 и КМ82 (схемное решение приведено на рис. 2.94).

Контакторы КМ81 и КМ82 подключены на вход БУО А65 через одноканальные реле KV140, KV141.

*Условия для переключения Q11 в режим питания тяговых двигателей от депо:*

- переключатель SA51 ОТ ДЕПО находится в положении ВКЛ;
- ГВ/БВ QF1/QF2 находится в выключенном состоянии;
- токоприемники ХА1—ХА4 опущены.

При невыполнении одного из условий должно быть выведено соответствующее предупреждающее сообщение на экране БИ А77 (А78).

Команды на подъем токоприемников, включение ГВ QF1 или БВ QF2 игнорируются МПСУ электровоза при положении переключателей SA51 и Q11, соответствующем работе тягового двигателя от депо.

### *Режим длительного отстоя в рабочем состоянии электровоза*

Для задания режима «горячего» отстоя машинист на электровозе предусмотрен переключатель SA52 ГОРЯЧИЙ ОТСТОЙ.

### *Выбор направления движения*

Для выбора направления движения «ВПЕРЕД» реверсивная карта должна быть установлена и зафиксирована в замке SM1 (SM2) маркировкой ВПЕРЕД к машинисту. При этом информация о выбранном направлении движения отображается на БИ А77 (А78), см. рис. 2.93.

После выбора направления «ВПЕРЕД» из «рабочей» кабины № 1 МПСУ включает одноканальное реле KV152.

После выбора направления «ВПЕРЕД» из «рабочей» кабины № 2 МПСУ должна включить одноканальное реле KV151.

Для выбора направления движения «НАЗАД» реверсивная карта должна быть установлена и зафиксирована в замке SM1 (SM2) маркировкой НАЗАД к машинисту.

При этом информация о выбранном направлении движения должна отображаться на БИ А77 (А78).

После выбора направления «НАЗАД» из «рабочей» кабины № 1 МПСУ должна включить одноканальные реле KV151.

После выбора направления «НАЗАД» из «рабочей» кабины № 2 МПСУ должна включить одноканальное реле KV152.

Направление движения машинист также может задать и при помощи маневрового контроллера SM3 (SM4), на лицевой панели которого расположены клавиши ВПЕРЕД и НАЗАД (см. рис. 2.70). Для этого необходимо включить маневровый контроллер SM3 (SM4) путем нажатия на клавишу ВКЛ/ОТКЛ, расположенную на лицевой панели этого контроллера, и задать направление движения электровоза нажатием одной из клавиш ВПЕРЕД или НАЗАД.

Включение маневрового контроллера SM3 (SM4) возможно только при соблюдении следующих условий:

- отсутствует задание на силу тяги/торможения от контроллера машиниста SM1 (SM2);

- отсутствует задание на скорость от контроллера машиниста SM1 (SM2);

- электровоз остановлен.

При отказе контроллера машиниста SM1 (SM2) должен быть обеспечен переход на маневровый контроллер SM3 (SM4) при любой скорости электровоза!

*Задание режима «Тяга» на электровозе*

*Условия для задания режима «Тяга»:*

- а) выбрано направление движения;

- б) переключатель ЭПК 151Д находится в положение 2 (ВКЛЮЧЕН). Данную информацию МПСУ получает от переключающей части ЭПК 151Д А85 (А86);

- в) наличие давления в полости перед электропневматическим вентилем ЭПВН ЭПК (контроль зарядки ЭПК151Д). Данную информацию МПСУ получает по интерфейсному каналу связи между МПСУ, БЛОК и МТО;

*Примечание.* При выходе из строя ЭПК 151Д МПСУ должна разрешить задание режима «Тяга», если ЭПК 151Д отключен от питательной и тормозной магистрали с помощью разобщительного крана КрРШ. Данную информацию МПСУ получает по интерфейсному каналу связи между МПСУ, БЛОК и МТО.

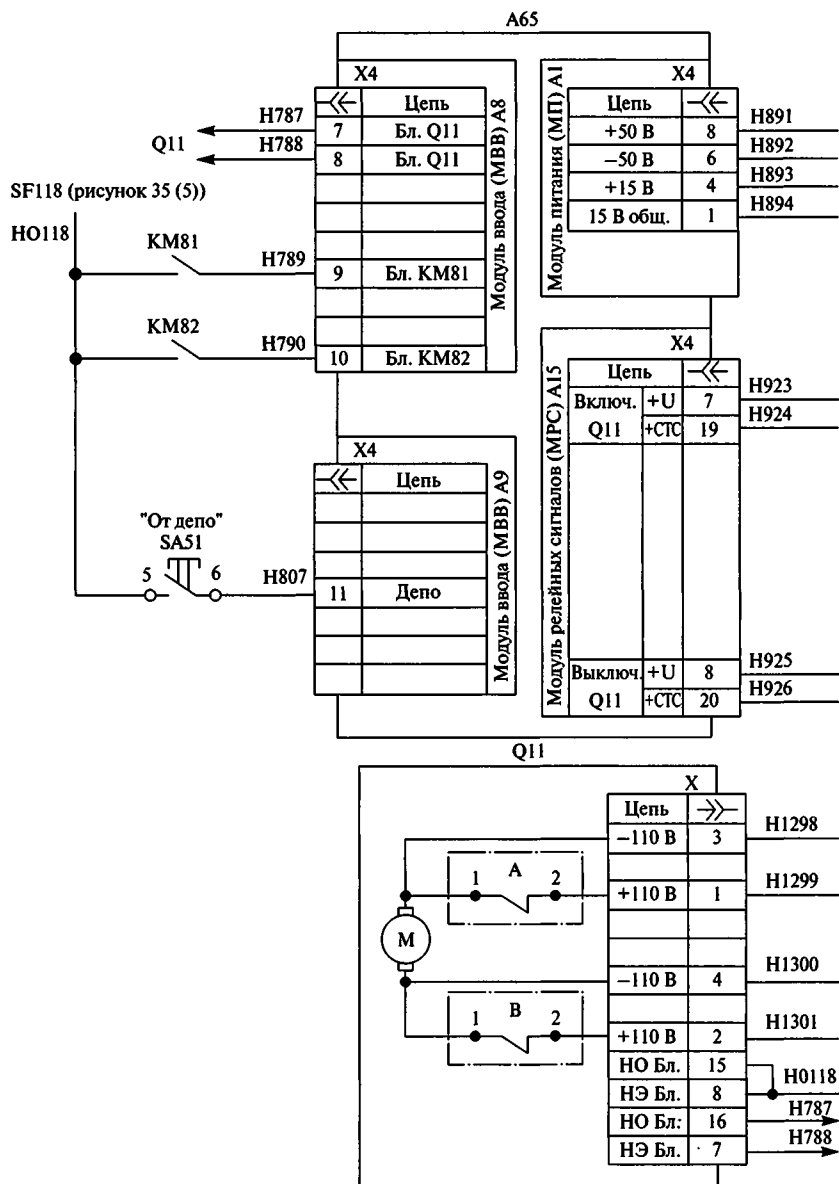
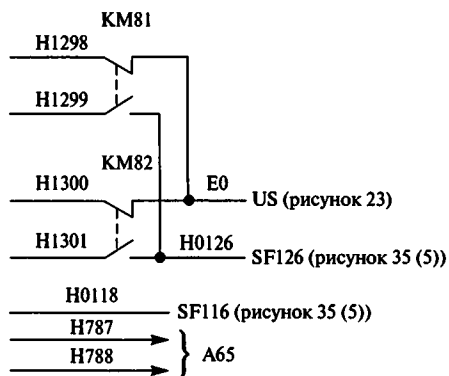
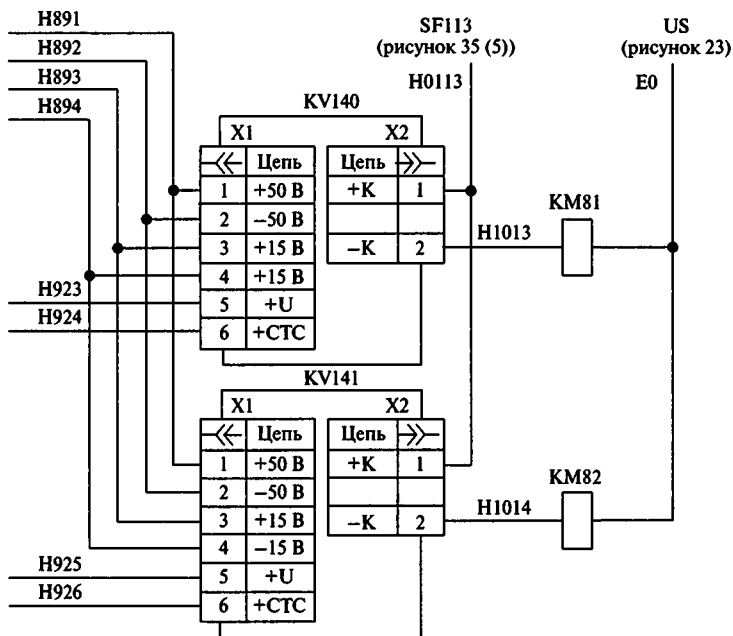
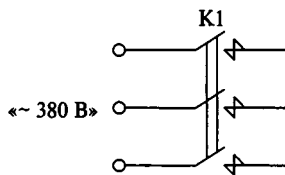
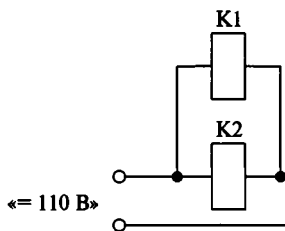


Рис. 2.94 (начало). Схемное решение подключения  
а) схема цепей управления аппаратами

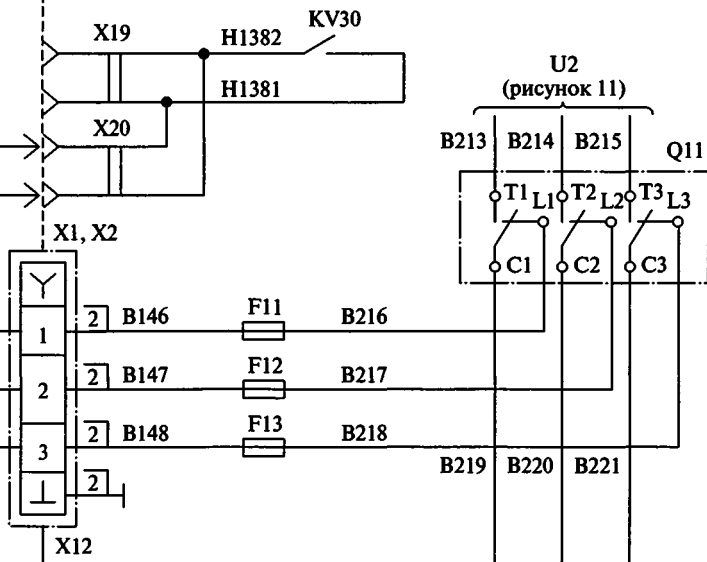


электровоза к деповской сети для ввода его в депо:  
ввода электровоза от сети

Оборудование депо



# Оборудование электровоза





г) давление в тормозных цилиндрах равно не более 1,2 МПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup> — информация от модуля тормозного оборудования (МТО) E300.1000 по CAN);

д) давление в тормозной магистрали более 0,45 МПа (более 4,5 кгс/см<sup>2</sup>) (информация от модуля тормозного оборудования (МТО) E300.1000 по CAN). Данное условие должно быть проверено МПСУ только после реализации экстренного торможения;

е) система БЛОК не дает команду на разбор тяги. Данную информацию МПСУ получает от системы БЛОК;

ж) МТО не дает сигнал на разбор тяги. Сигнал приходит по проводу T102 на разъем X4 клемма 2 MBV A13 БУО А63. Наличие +110 В означает, что МТО дает команду на разбор тяги (в случае перевода контроллера крана машиниста SM7(SM8) в положение VI.

з) КМ SM1(SM2) находится в нейтральном положении (отсутствует задание на тягу);

и) запущены маслonaсосы (KM32, KM33) и жидкостные насосы (KM26—KM31). При невключении соответствующего контактора на экран БИ А77(А78) должно быть выдано соответствующее сообщение о неисправности контактора;

к) включены контакторы KM11 (БПЦУ), KM12 (СОМ). При невключении соответствующего контактора на экран БИ А77(А78) должно быть выдано соответствующее аварийное сообщение;

л) стояночный тормоз не активирован;

м) при невыполнении условий а)—з), л) режим «Тяга» должен быть запрещен, а на БИ А77 (А78) должно выдаваться предупреждающее сообщение, содержащее невыполненное условие. Условия и)—к) являются аварийными, но позволяют осуществлять движение электровоза с функциональными ограничениями.

*Задание режима «Электрическое торможение» на электровозе*

Электровоз имеет два вида электрического торможения — рекуперативное и реостатное. Для конфигурации электрического тормоза на БСК S19 (S20) предусмотрена клавиша ЗАПРЕТ РЕКУПЕРАЦИИ. При нажатии этой клавиши МПСУ должна задавать только режим «Реостатное торможение».

При нажатии на клавишу ЗАПРЕТ РЕКУПЕРАЦИИ она должна изменить свой цвет подсветки с зеленого на желтый цвет.

На алгоритм управления движением должно оказывать влияние состояние клавиши АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ, расположенной на



БСК S19 (S20). После нажатия на клавишу «АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ» ее подсветка должна изменять свой цвет свечения с желтого на зеленый, а МПСУ должна включать авторегулирование скорости. При повторном нажатии на эту клавишу ее подсветка изменяет свой цвет свечения с зеленого на желтый, а МПСУ должна отключить авторегулирование скорости.

Если клавиша АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ не нажата, то МПСУ обрабатывает установленные машинистом при помощи контроллера SM1 (SM2) параметры движения, т.е. выполняется ручное управление электровозом.

Если клавиша «АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ» нажата, МПСУ должна осуществлять полное регулирование скорости с автоматическим ее поддержанием путем перехода из режима «Тяга» в режим «Торможения» и, наоборот, при условии, что предварительно контроллером машиниста SM1(SM2) было задано тяговое усилие, а не тормозное.

#### *Активация режима «Электрическое торможение»*

При активации режима «Электрическое торможение» должно автоматически блокироваться поступление сжатого воздуха в тормозные цилиндры электровоза от пневматического или электропневматического тормоза путем воздействия на КЭБ (КЭБ должен быть под питанием). Для этого МПСУ не должна отключать одноканальные реле, KV114 и включить одноканальное реле KV112.

#### *Электрическое торможение до полной остановки электровоза*

При использовании электрического торможения до полной остановки электровоза, МПСУ при достижении скорости менее 10 км/ч должна включить одноканальное реле KV107 и KV108.

В этом случае +110 В подается на электрический вентиль торможения ВТ(БТО) и ВО(БТО) (см. ЗТС.085.003ПЗ) и приводится в действие прямодействующий тормоз электровоза.

#### **Взаимодействие режима «Тяга» и пневматических тормозов**

Если в течение действия режима «Тяга» происходит активация автоматического пневматического тормоза, то МПСУ должна передавать в МРУ нулевое задание на реализацию тягового усилия. При отпуске автоматического пневматического тормоза режим «Тяга» должен автоматически собираться.

Если в течение действия режима «Тяга» происходит активация неавтоматического прямодействующего тормоза, то должно быть

допустимо совместное действие режима «Тяга» и прямодействующего тормоза до значения давления в ТЦ не более 0,12 МПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>). При давлении более 0,12 МПа (1,2 кгс/см<sup>2</sup>) МПСУ должна передавать в МРУ нулевое задание на реализацию тягового усилия. При отпуске прямодействующего тормоза режим «Тяга» должен автоматически собираться.

#### **Управление отпуском пневматических тормозов**

Для осуществления отпуска пневматических тормозов электровоза предусмотрена клавиша **ОТПУСК ТОРМОЗОВ**, расположенная на БСК S21 (S22).

Отпуск пневматического тормоза электровоза должен осуществляться БУО А64 путем воздействия на (КЭБ), конструктивно входящий в МТО А73.

КЭБ подключен к выходу БУО А64 через одноканальное реле KV110 проводом Т155. Управление одноканальным реле KV110 осуществляется БУО А64.

#### **Управление очисткой поверхности катания колес**

Для управления чисткой поверхности катания колес электровоза предусмотрена клавиша **ОЧИСТКА КОЛЕС**, расположенная на БСК S21 (S22).

Включение режима очистки поверхности катания колес электровоза должно осуществляться БУО А64 путем воздействия на электропневматический вентиль, конструктивно входящий в блок А73.

Вентиль подключен к выходу БУО А64 через одноканальное реле KV106 проводом Т151.

После получения команды на включение режима очистки колес БУО А64 через одноканальное реле KV106 должен в течение 3 с подавать электропитание на электропневматический вентиль блока А73, а затем снять электропитание с него.

Одновременно с ручным включением режима очистки поверхности катания колес должен быть реализован алгоритм автоматического включения:

- при скорости электровоза больше или равной 15 км/ч МПСУ должна включать одноканальное реле KV106 каждые пять минут на три секунды;
- при скорости электровоза менее 15 км/ч МПСУ не должна включать одноканальное реле KV106.

### **Управление высокой степенью пневматического торможения**

Включение высокой степени торможения электровоза должно осуществляться БУО А64 путем воздействия на электропневматический вентиль, конструктивно входящий в блок А73, при соблюдении следующих условий:

- давление сжатого воздуха в тормозной магистрали менее 0,32 МПа (3,2 кгс/см<sup>2</sup> — применено экстренное торможение краном машиниста, сорван стоп-кран в составе поезда, сработал ЭПК, сработал клапан аварийного экстренного торможения);

- скорость движения электровоза более 50 км/ч.

Электропневматический вентиль, конструктивно входящий в блок А73, подключен к выходу БУО А64 через одноканальное реле KV109.

### **Управление взаимодействием пневматического тормоза и электрического тормоза**

*Активация автоматического пневматического или электропневматического торможения*

При активации автоматического пневматического тормоза или электропневматического МПСУ не должна включать питание KV112. Информацию об активации автоматического пневматического тормоза или электропневматического МПСУ получает по сигнализатору давления, конструктивно входящему в МТО А73 (СД4 (БЭВ)).

В случае если во время торможения электровоза автоматическим пневматическим тормозом (служебным торможением) происходит активация режима «электрическое торможение», то МПСУ должна включить реле KV112. Таким образом, должно произойти автоматическое замещение автоматического пневматического тормоза электрическим.

*Активации экстренного торможения*

При снижении давления сжатого воздуха в тормозной магистрали ниже 3,2 МПа (0,32 кгс/см<sup>2</sup>) или при срабатывании сигнализатора давления SP1 МПСУ должна отключить одноканальное реле KV114.

*Совместное действие прямодействующего и электрического торможения*

Должно допускаться одновременное применение прямодействующего пневматического тормоза электровоза с электрическим

тормозом до давления в тормозных цилиндрах электровоза не более 0,15 МПа (1,5 кгс/см<sup>2</sup>). Контроль величины давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах осуществляется датчиками давления, конструктивно входящими в блок А73.

#### *Управление электропневматическими тормозами*

Для включения электропневматического тормоза предусмотрена клавиша ЭПТ, расположенная на БСК S21(S22).

Подача электропитания на блок А17 осуществляется посредством контактора КМ75.

Управление контактором КМ75 осуществляется БУО А63 через твердотельное реле КВ91.

При нажатии на клавишу ЭПТ БУО А63 должен выдавать команду на включение контактора КМ75.

#### *Управление стояночным тормозом*

Для предотвращения нештатных ситуаций МПСУ электровоза должна запрещать начало движения при введенном в действие стояночном тормозе.

#### *Управление свистком и тифоном*

Для управления свистком и тифоном предусмотрены следующие органы управления:

- кнопочные выключатели S31 (S32) и S33 (S34) СВИСТОК, подключенные к блоку дискретного ввода А53 (А54);

- клавиша СВИСТОК, расположенная на панели маневрового контроллера машиниста SM3 (SM4).

- кнопочные выключатели S25 (S26) и S27 (S28) ТИФОН, подключенные к блоку дискретного ввода А53 (А54);

- клавиша «ТИФОН», расположенная на панели маневрового контроллера машиниста SM3 (SM4).

При нажатии на клавишу СВИСТОК на панели маневрового контроллера машиниста SM3 или одного из кнопочных выключателей S31, S33 на движущемся электровозе МПСУ электровоза должна включать электропневматический вентиль Y19 при условии соблюдения следующих условий:

- «рабочая» первая кабина управления;
- задано направление движения ВПЕРЕД  
либо:
- «рабочая» вторая кабина управления;
- задано направление движения НАЗАД.

При нажатии на клавишу СВИСТОК на панели маневрового контроллера машиниста SM4 или одного из кнопочных выключателей S32, S34 на движущемся электровозе МПСУ электровоза должна включать электропневматический вентиль Y20 при условии выполнения следующих условий:

- активирована вторая кабина управления;
  - задано направление движения ВПЕРЕД
- либо:
- активирована первая кабина управления;
  - задано направление движения НАЗАД.

На остановленном электровозе условием для включения одного из электропневматических вентилях управления свистком должен быть только номер активированной кабины, т.е. при активированной первой кабине управления МПСУ электровоза должна включить только электропневматический вентиль Y19, а при активированной второй кабине — только электропневматический вентиль Y20.

При нажатии клавиши ТИФОН на панели маневрового контроллера машиниста SM3 или одного из кнопочных выключателей SA25, SA27 на движущемся электровозе МПСУ электровоза должна включать электропневматический вентиль Y17 при условии соблюдения следующих условий:

- «рабочая» первая кабина управления;
  - задано направление движения ВПЕРЕД
- либо:
- «рабочая» вторая кабина управления;
  - задано направление движения НАЗАД.

При нажатии на клавишу ТИФОН на панели маневрового контроллера машиниста SM4 или одного из кнопочных выключателей SA26, SA28 на движущемся электровозе МПСУ электровоза должна включать электропневматический вентиль Y18 при условии выполнения следующих условий:

- «рабочая» вторая кабина управления;
  - задано направление движения ВПЕРЕД
- либо:
- «рабочая» первая кабина управления;
  - задано направление движения НАЗАД.

Условия для автоматического включения тифона:

- перевод рукоятки контроллера крана машиниста SM7(SM8) в VI положение (Информация от МТО);
- срабатывание ЭПК151Д (Информация от БЛОК);
- снижение давления в ТМ до значения МПа (0,32 кгс/см<sup>2</sup>) и ниже (Информация от МТО);
- срабатывание сигнализатора давления SP1.

При соблюдении хотя бы одного из условий, описанных выше, тифон должен быть включен автоматически.

Условия для автоматического выключения тифона:

- сброс задания от КМ SM1(SM2);
- снижение скорости элеткровоза до 2 км/ч и ниже;
- при повышении давления сжатого воздуха в тормозной магистрали выше 3,2 (0,32 кгс/см<sup>2</sup>).

*Управление пескоподачей*

На электровозе предусмотрено:

- автоматическая подсыпка песка под первые по ходу движения колесные пары каждой тележки в зависимости от направления движения и скорости движения электровоза;
- ручное включение подачи песка под первую по ходу движения колесную пару электровоза в зависимости от направления движения и независимо от скорости электровоза.

Для ручного включения подсыпки песка под первую по ходу движения колесную пару предусмотрена клавиша ПЕСОК 1, расположенная на БСК S21(S22).

Автоматическая подсыпка песка под первые по ходу движения колесные пары каждой тележки должна осуществляться при активации экстренного торможения.

Исполнительными органами по управлению пескоподачей являются электропневматические вентили Y11 — Y16.

Электропневматические вентили Y11 и Y12 через одноканальные реле KV54 и KV55 соответственно подключены к выходу БУО А63.

Электропневматические вентили Y13 и Y14 через одноканальные реле KV130 и KV131 соответственно подключены к выходу БУО А65.

Электропневматические вентили Y15 и Y16 через одноканальные реле KV132 и KV133 соответственно подключены к выходу БУО А65.

### *Алгоритм ручной подачи песка*

Из активной кабины № 1:

После нажатия на клавишу ПЕСОК 1, расположенную на БСК S21, МПСУ дает команду на включение электропневматического вентиля Y11 (если выбрано направление движения «Вперед») или Y16 (если выбрано направление движения «Назад»).

Из активной кабины № 2:

После нажатия на клавишу ПЕСОК 1, расположенную на БСК S22, МПСУ дает команду на включение электропневматического вентиля Y16 (если выбрано направление движения «Вперед») или Y11 (если выбрано направление движения «Назад»). Длительность подачи песка под первую по ходу движения колесную пару при ручном включении подсыпки песка должна составлять не более 2 с.

### *Алгоритм автоматической подачи песка*

При снижении давления активации экстренного торможения МПСУ электровоза дает команду на включение вентиля Y11, Y13 и Y15 при соблюдении следующих условий:

- кабина №1 выбрана «рабочей»;
- задано направление движения ВПЕРЕД;
- скорость электровоза выше 10 км/ч  
либо:
- кабина № 2 выбрана «рабочей»;
- задано направление движения НАЗАД;
- скорость электровоза выше 10 км/ч.

При снижении давления сжатого воздуха в тормозной магистрали ниже 3,2 МПа (0,32 кгс/см<sup>2</sup>), или при переводе рукоятки контроллера машиниста SM7 (SM8) в VI положение, или при срабатывании ЭПК151Д, или при срабатывании сигнализатора давления SP1 МПСУ электровоза должна включить вентили Y12, Y14 и Y16 при соблюдении следующих условий:

- активирована вторая кабина управления (эта информация передается по интерфейсному каналу связи в МПСУ от БДВ А54 перед началом движения);
- задано направление движения ВПЕРЕД (эта информация передается по интерфейсному каналу связи в МПСУ от контроллера машиниста SM2);
- скорость электровоза выше 10 км/ч

либо:

- активирована первая кабина управления (эта информация передается по интерфейсному каналу связи в МПСУ от БДВ А53 перед началом движения);

- задано направление движения НАЗАД (эта информация передается по интерфейсному каналу связи в МПСУ от контроллера машиниста SM1);

- скорость электровоза выше 10 км/ч.

Отключение подачи песка при автоматической подсыпке под первые по ходу движения колесные пары каждой тележки должно происходить при снижении скорости электровоза до 10 км/ч и ниже или при превышении давления сжатого воздуха в тормозной магистрали выше 3,2 кгс/см<sup>2</sup>.

При возникновении режима боксования или юза до момента прекращения этих процессов должна быть обеспечена пескоподача под соответствующую колесную пару.

#### *Управление БУТС*

Для управления БУТС А51 предусмотрена клавиша «ГРЕБНЕ-СМАЗЫВАТЕЛЬ», расположенная на БСК S21 (S22).

Подача электропитания на блок А51 осуществляется посредством контактора КМ62, управление которым осуществляется БУО А63.

При нажатии на клавишу ГРЕБНЕСМАЗЫВАТЕЛЬ БУО А63 выдает команду на включение контактора КМ62.

### ***2.6.11. Неисправности электрических цепей и их устранение***

Для всего электровоза в целом и для отдельных его частей определены нештатные ситуации, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации и привести к нарушению безопасности движения, и определены методы их устранения.

В случае зависания системы управления электровозом в целом или отдельных ее подсистем (прекращения работоспособности и реагирования на команды машиниста) предусмотрена возможность автоматической перезагрузки системы со временем не более 90 с, с применением резервирования, дублирования и сохранения имеющейся на электровозе информации.

Подсистема диагностики фиксирует любые случаи прекращения работоспособности системы для последующего анализа причин зависания.



Возможные сбои системы управления электровозом и действия локомотивной бригады по их устранению сведены в табличной форме в Приложении 12. В таблице Приложения 12 также приведено время, необходимое для восстановления работоспособности системы в целом и ее отдельных подсистем.

### ***2.6.12. Действия в нестандартных ситуациях при управлении электровозом ЭП20***

Часть неисправностей при работе электровоза автоматически нейтрализуется МПСУ включением соответствующей аварийной схемы с уведомлением об этом машиниста через БИ А77 (А78).

Неисправности определяются системой диагностики, выдающей машинисту соответствующие рекомендации в виде всплывающих транспарантов на экране БИ А77 (А78). Все диагностические сообщения записываются в блок регистрации А72.

Когда происходит защитное отключение оборудования электровоза, машинисту предоставляется возможность восстановить работоспособность (квитировать неисправность) оборудования определенное количество раз в соответствии с рекомендациями всплывающих транспарантов на экране БИ А77 (А78). При превышении допустимого количества раз восстановления работоспособности за определенное время неисправное оборудование блокируется и может быть включено только ремонтным персоналом в режиме «ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ».

Для осуществления восстановления работоспособности предусмотрена клавиша «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ», расположенная на блоке сенсорных клавиш S19 (S20). При отсутствии неисправностей данная клавиша должна светиться желтым цветом.

При возникновении неисправности клавиша «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ» должна изменить свой цвет свечения с желтого на мигающий красный, а на экране БИ А77 (А78) должна появиться краткая информация в транспаранте о неисправности. После нажатия на клавишу «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ» цвет клавиши должен измениться на желтый, если допустимое количество раз на восстановление не превышено, или красный, если допустимое количество раз превышено, а данное диагностическое сообщение должно быть записано в архив сообщений. Свечение красным данной клавиши должно происходить до тех пор, пока не бу-

дет устранена неисправность в режиме «ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ».

Функция восстановления работоспособности клавишей «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ» доступна для следующего оборудования:

- ГВ/БВ QF1/QF2;
- системы управления тяговым преобразователем U1—U3;
- системы управления вспомогательного блока U4;
- тепловых реле для защиты приводных двигателей вентиляторов вспомогательных машин;
- тяговых двигателей;
- буксовых подшипников;
- блоков тормозных резисторов;
- коммутационной аппаратуры.

При защитном отключении ГВ/БВ QF1/QF2 (например, при срабатывании защитных реле обнаружения земли тяговых преобразователей U1—U3) на экран БИ А77 (А78) поступит информация об аварийном отключении соответствующего ТПр.

При этом машинист должен произвести следующие действия:

- подтвердить прочтение сообщения о неисправности соответствующего ТПр (квитировать неисправность): нажать на сенсорную клавишу «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ», мигающую красным цветом. После чего неисправность должна исчезнуть с транспаранта, а сенсорная клавиша «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ» должна светиться желтым цветом;

- повторно включить ГВ/БВ QF1/QF2 и продолжить движение;
- при возникновении повторного аварийного отключения ГВ/БВ QF1/QF2 машинист должен повторить квитирование неисправности;

- если допустимое количество раз на восстановление защиты тягового преобразователя превышено, то система управления тяговым приводом автоматически отключает и блокирует неисправный ТПр;

- на экране появляется новое аварийное сообщение о неисправности соответствующего ТПр. Машинист при этом квитирует данное аварийное сообщение, которое сохраняется на экране БИ А77 (А78), и сенсорная клавиша «ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ» светится красным цветом. Данная диагностическая информация запи-

сывается в архив сообщений. Возможность разблокирования соответствующего ТПр доступно только в режиме «ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ» ремонтному персоналу;

— следуя рекомендациям, которые возможно просмотреть из кадра «АРХИВ СООБЩЕНИЙ», машинист может продолжить движение электровоза с функциональными ограничениями (соответствующий ТПр отключен и заблокирован).

Аналогично, следуя рекомендациям на всплывающих транспарантах БИ А77 (А78), машинист квитирует другие возникающие неисправности.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЛОКОМОТИВНОЙ БРИГАДЕ УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКАХ, ШКАФАХ С ОБОРУДОВАНИЕМ, ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ И НИЗКОВОЛЬТНОЙ КАМЕРАХ, А ТАКЖЕ В ТЯГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОМ БЛОКЕ.**

После устранения неисправности машинист приводит электровоз в состояние готовности к движению.

Трогание электровоза допускается только после выполнения всех перечисленных работ.

Устранение неисправностей (или отключения) крышевого оборудования разрешается только после снятия напряжения с контактного провода. (Перед началом работ на крыше получите по радиосвязи подтверждение от диспетчера электроснабжения о снятии напряжения с контактной сети, заземлите контактный провод заземляющей штангой и убедитесь в надежности заземления.) Электровоз должен быть надежно заторможен стояночным тормозом, а под первую и шестую колесные пары подложены башмаки.

## **2.7. Расположение оборудования на электровозе**

Оборудование на электровозе в соответствии с рис. П13 Приложения 13, расположено на крыше, в кузове и под кузовом (табл. 105).

*Таблица 105*

Позиция на рис.	Позиционное обозначение	Наименование	Количество
1	2	3	4
1	ХА1, ХА3	Токоприемник АХ 024 ВМ LT переменного тока	2

1	2	3	4
2	—	Вентилятор-воздухоочиститель радиальный прямооточный ВВРП 92-46-5.2 охлаждения тягового двигателя	6
3	XA2, XA4	Токоприемник AX 023 BM LT постоянного тока	2
4	U1—U3	Тяговый преобразователь	3
5	—	Изолятор ИПУ-10/3150-12,5 УХЛ1	1
6	Q1	Разъединитель-заземлитель OSAD 30	1
7	U4	Блок питания вспомогательных цепей	1
8	R11—R16	Блок тормозных резисторов БТР-83	6
9	U5	Блок питания цепей управления БПЦУ-450	1
10	—	Шкаф аппаратов систем управления и безопасности	1
11	QF1	Высоковольтный вакуумный выключатель	1
12	—	Проходной изолятор RMF30YI630 с кольцевым уплотнителем	1
13	QS1, QS2	Разъединитель крышевой IOSAD 26	2
14	E85	Санитарный модуль СМЭ806.000	1
15	—	Шкаф с низковольтным оборудованием	1
16	T21—T24	Трансформатор трехфазный	4
17	GB1, GB2	Батарея аккумуляторная	2
18	—	Главные воздушные резервуары	4
19	—	Вентилятор-воздухоочиститель осевой ВВО-26-183 № 3, 8 для наддува воздуха в кузов	2
20	L1	Блок дросселей	1
21	L31—L34	Катушка приемная локомотивная КПУ 1	4
22	A73	Модуль тормозного оборудования Е.300.1000	1
23	A11	Блок компрессорного оборудования Е.300Ф	1
24	T1	Трансформатор тяговый	1

1	2	3	4
25	—	Шкаф высоковольтных аппаратов	1
26	—	Шкаф с высоковольтным оборудованием	1
27	—	Шкаф вспомогательных аппаратов	1
28	—	Антенна КВ диапазона (из комплекта радиостанции РВС-1)	1
29	—	Радиоантенна УКВ диапазона	2

---

## Глава 3. ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20

### 3.1. Система подготовки сжатого воздуха

#### 3.1.1. Комплект системы подготовки сжатого воздуха

Система приготовления сжатого воздуха (рис. 3.1) представляет собой комплекс оборудования, входящего в состав блока компрессорного оборудования Е.300Ф, и включает в себя безмасляные компрессорные агрегаты и блоки осушки сжатого воздуха.

Для исключения передачи вибрации от компрессора на трубопроводы между ними установлен гибкий рукав РУ29 (РУ30).

##### *Компрессорное оборудование*

Источником сжатого воздуха в электровозе являются безмасляные компрессорные агрегаты БМК (AGTU 1) и БМК2 (AGTU 2), обеспечивающие производительность 2,0 м<sup>3</sup>/мин каждый.

Компрессорный агрегат предназначен для выработки сжатого воздуха и снабжения им пневматических систем электровоза.

Компрессор имеет четыре поршня, установленные попарно друг против друга на двух кривошипах коленчатого вала. Компрессия осуществляется двумя ступенями для реализации принципа компрессии с промежуточным охлаждением, с повышением давления от атмосферного до давления нагнетания.

##### *Осушители сжатого воздуха*

Блоки осушки сжатого воздуха А9 и А10 служат для осушки и очистки сжатого воздуха.

Блок осушки воздуха предназначен для ограничения содержания водяного пара в сжатом воздухе во избежание его конденсации и возможного замерзания при низкой температуре внутри пневматической системы электровоза.

Устройство оснащено байпасным клапаном КНБ1, что гарантирует непрерывную работу (подачу сжатого воздуха в систему) даже в случае серьезной неисправности блока осушки.

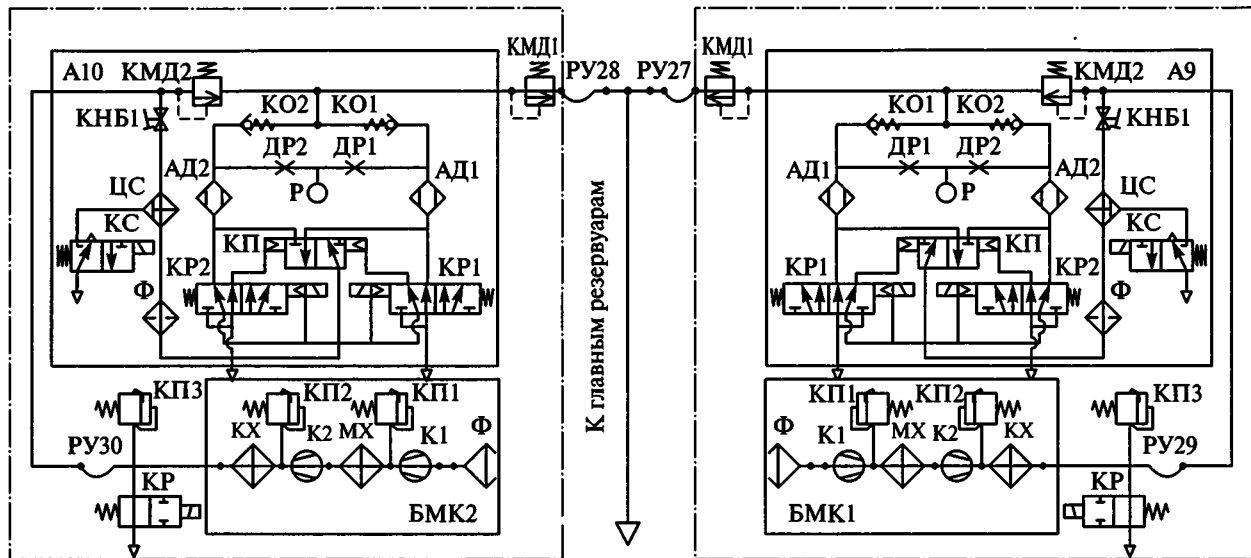


Рис. 3.1. Схема принципиальная системы приготовления сжатого воздуха

### *Вспомогательный компрессор*

Вспомогательный компрессор БМКЗ используется для поднятия токоприемника от аккумуляторной батареи электровоза.

Органом управления подачей напряжения на привод двигателя вспомогательного компрессора является кнопка SA19 «КОМПРЕССОР ТОКОПРИЕМНИКА», расположенная в шкафу 1.

### *3.1.2. Главные резервуары. Зарядка магистралей*

Компрессоры нагнетают сжатый воздух в группу главных резервуаров РС1—РС4 общим объемом 1020 л. Они размещены под кузовом в центральной части рамы по два резервуара с каждой стороны центральной тележки и заканчиваются разобшительным краном КН1 — отключения группы главных резервуаров.

Для лучшего охлаждения и удаления влаги из сжатого воздуха главные резервуары соединены между собой последовательно через перепускные трубы.

Каждый главный резервуар оснащен спускным разобшительным краном КН40—КН43, соответственно, для ручного сброса накопившегося конденсата из внутреннего объема резервуара.

### *Зарядка питательной магистрали электровоза*

Схема обеспечивает повторно-кратковременный режим работы компрессорных агрегатов. Для этого используется система управления и диагностики электровоза (далее по тексту СУиД), которая обрабатывает показания датчика избыточного давления ДД1, установленного в блоке исполнительного оборудования (далее по тексту ДД2 (БИО)). При достижении давления в питательной магистрали 0,9 МПа компрессорные агрегаты выключаются. При падении давления в питательной магистрали ниже 0,75 МПа СУиД включает компрессор.

По обоим концам электровоза питательная магистраль оканчивается соединительными рукавами РУ1, РУ2 для зарядки питательной магистрали от постороннего источника. Для защиты пневматической системы электровоза от попадания «грязного» воздуха при зарядке питательной магистрали (ПМ) от внешнего источника сразу за соединительными рукавами установлены локомотивные фильтры Фл1 (Фл2).

Из питательной магистрали сжатый воздух поступает:

— через краны разобшительные КН3, КН4, КН7, КН8, КН11, КН12 в систему подачи песка под каждую колесную пару (см. рис. 3.8);



- через краны разобшительные КН2, КН5, КН6, КН9, КН10, КН13 в систему смазки гребней колесных пар (см. рис. 3.8);
- через разобшительные краны КН32, КН37 к тифону и свистку (см. рис. 3.10);

Также из питательной магистрали осуществляется питание сжатым воздухом модуля тормозного оборудования Е.300Т, расположенного в машинном отделении электровоза, узлов управления токоприемниками, расположенными по концам электровоза.

Заполнение тормозной магистрали происходит из питательной магистрали через блок электропневматических приборов БЭПП установкой ручки контроллера крана машиниста в положение П (поездное). По концам электровоза тормозная магистраль оканчивается рукавами соединительными Х137 и Х13.

*Зарядка магистрали цепей управления от вспомогательного компрессора*

Для подъема токоприемников при отсутствии запаса сжатого воздуха на электровозе (рис. 3.2) установлен вспомогательный безмаслянный компрессор БМКЗ с питанием электродвигателя от аккумуляторной батареи. Вспомогательный компрессор входит в состав блока компрессорного оборудования Е.300Ф.

Вспомогательный компрессор защищен от противодействия обратным клапаном КО2 (БМКЗ) от подачи противодействия в компрессор из питательной магистрали, а также от наполнения вспомогательным компрессором самой питательной магистрали — обратным клапаном КО2 (ЭЛ).

Для обеспечения подъема токоприемника без включения вспомогательного компрессора предусмотрено сохранение запаса сжатого воздуха в резервуаре РС8. Объем резервуара РС8 55 л позволяет поднять токоприемник, если давление в резервуаре не ниже 0,6 МПа. Для сохранения запаса сжатого воздуха необходимо отключить резервуар краном КрРШ10 (ЭЛ) в момент, когда давление в резервуаре достигнет 0,9 МПа. Показания снимать по манометру МН5. При подъеме токоприемников в целях уменьшения расхода сжатого воздуха на заполнение не участвующих в работе магистралей необходимо перекрыть разобшительный кран КрРШ10 (МТО).

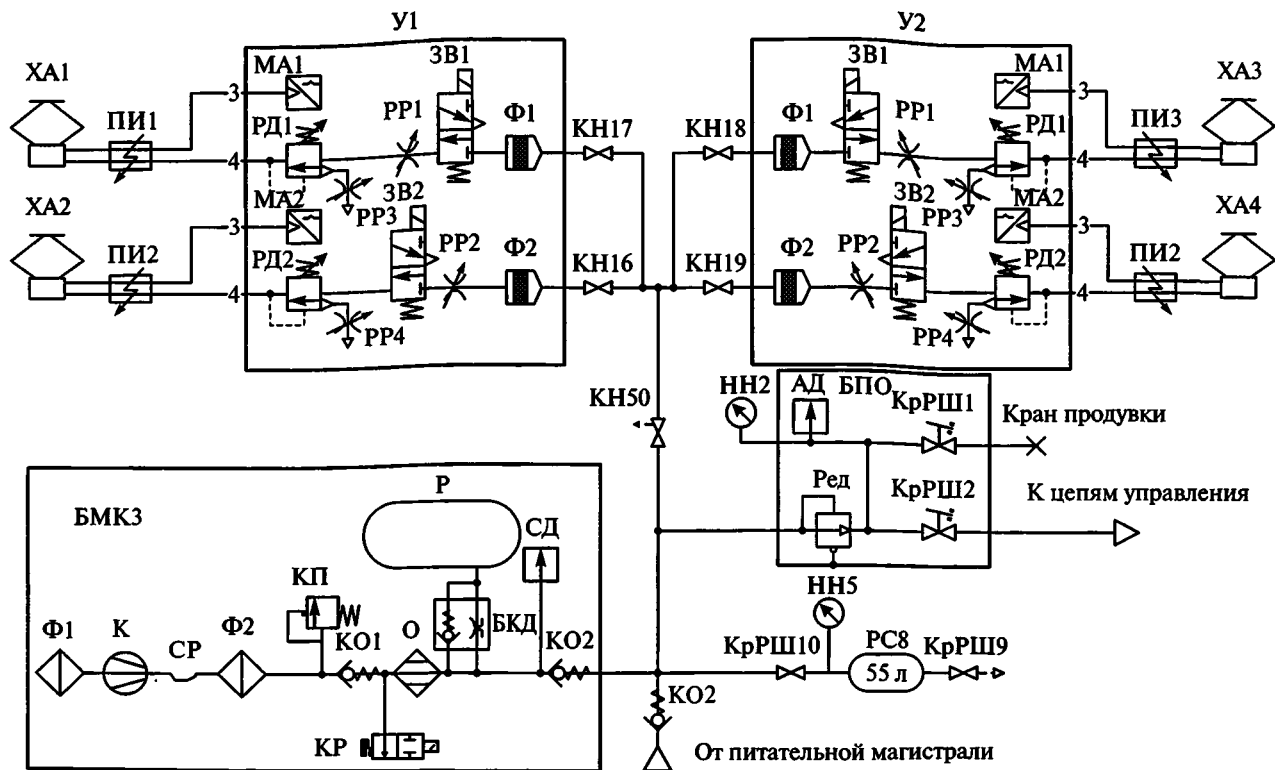


Рис. 3.2. Схема пневматическая вспомогательных цепей управления для подъема токоприемника от вспомогательного компрессора

## **3.2. Тормоза пневматические**

### **3.2.1. Автоматический тормоз**

*Управление автоматическими тормозами при помощи контроллера крана машиниста 130*

Исполнительным органом автоматического пневматического тормоза является воздухораспределитель, а управляющим — комплект приборов крана машиниста 130.

Для дистанционного электрического управления пневматическим тормозом установлены: блок электропневматических приборов БЭПП, контроллер крана машиниста SQ7 (SQ8), выключатель цепей управления SQ1 (SQ2) и клапаны аварийно-экстренного торможения У35 (У36) и У37 (У38). Для непосредственного управления автоматическим тормозом, в случае выхода из строя контроллера, предусмотрен кран резервного управления 025А, установленный в пневматическом резервном модуле на пульте машиниста.

Автоматический тормоз срабатывает при разрядке тормозной магистрали, осуществляемой при переводе контроллера крана машиниста в тормозное положение, при нарушении целостности тормозной магистрали поезда или при срабатывании исполнительного блока электропневматического клапана автостопа БИ2. Величина давления в тормозных цилиндрах зависит от величины разрядки тормозной магистрали.

Отпуск автоматического тормоза производится повышением давления в тормозной магистрали при переводе контроллера крана машиниста в поездное положение.

*Управление автоматическими тормозами при помощи крана резервного управления КРУ-025А*

На случай неисправностей в электрической дистанционной системе управления автоматическими тормозами предусмотрено управление непосредственно пневматическим способом — посредством крана резервного управления КРУ-025А.

Для перехода на резервное управление необходимо открыть кран разобщительный КН14 (КН15), размещенный под пультом управления. Отключить контроллер крана машиниста, переведя рукоятку в положение экстренного торможения и выключить тумблер подачи электрического питания.

Далее перевести ручку крана переключателя режимов КНР на блоке электропневматических приборов в вертикальное положение и после отключения устройства блокировки тормозов включить его вручную, нажатием на ручной привод вентиля В1 (БЭПП).

Для торможения ручку крана КРУ-025А опустить, переведя в положение «ТОРМОЖЕНИЕ». При достижении необходимого давления в тормозных цилиндрах ручку крана КРУ-025А необходимо перевести в горизонтальное положение — «ПЕРЕКРЫША». При необходимости произвести отпуск тормоза, ручка крана КРУ-025А должна быть установлена в вертикальное положение — «ОТПУСК» (см. рис. 3.14).

### *3.2.2. Электропневматический тормоз*

Исполнительным устройством электропневматического тормоза являются электропневматические вентили ЭПВН10 (БЭВ) и ЭПВН12 (БЭВ).

При переводе рукоятки контроллера крана машиниста 130 SQ7 (SQ8) в положение Va подается напряжение на отпускной и тормозной вентили ЭПВН10 (БЭВ) и ЭПВН12 (БЭВ), и сжатый воздух из запасного резервуара ЗР, без разрядки тормозной магистрали, проходит через переключательные клапаны ПКЗ (БЭВ), ПК1 (БТО), ПКЗ (БТО), ПК4 (БТО) в управляющие полости реле давления РД1—РДЗ, которые осуществляют наполнение тормозных цилиндров из резервуаров ПР1—ПР3. Может быть осуществлена любая ступень торможения посредством установки рукоятки контроллера крана машиниста в положение IV (перекрыша) после достижения требуемой величины давления в тормозных цилиндрах.

Отпуск тормоза происходит при переводе рукоятки контроллера крана машиниста 130 SQ7 (SQ8) в положение II (поездное), при этом снимается напряжение с вентилей ЭПВН10 (БЭВ) и ЭПВН12 (БЭВ). Может быть осуществлена любая ступень отпуска посредством установки рукоятки контроллера крана машиниста в положение IV (перекрыша) после снижения давления в тормозных цилиндрах до нужной величины.

Для передачи электрического сигнала на срабатывание электровоздухораспределителей во всех вагонах установлены соединительные рукава Х137 и Х138 с электроконтактом и электрическим проводом, обеспечивающие соединение тормозной пневматической и

электрической магистралей электровоза с аналогичными магистралями пассажирского поезда.

В случае выхода из строя электропневматического тормоза в работу необходимо включить автоматический пневматический тормоз переводом рукоятки контроллера крана машиниста 130 в положение V.

### **3.2.3. Вспомогательный тормоз**

Вспомогательный тормоз применяется при следовании одиночного электровоза, маневровой работе и сжатии состава.

Предусмотрена возможность управления вспомогательным тормозом как при помощи контроллера дистанционного управления КВТ, так и, в случае его неисправности, при помощи крана резервного 025А.

*Управление локомотивным тормозом при помощи контроллера КВТ 224Д*

Блок исполнительный (БИ1) расположен в модуле тормозного оборудования Е.300Т. В соответствии с рис. 3.3 сжатый воздух поступает из питательной магистрали через кран разобщительный КрРШ (БИ1). Пройдя через редуктор Ред (БИ1), поступает на вентили отпуска и торможения (ВО (БИ1) и ВТ (БИ1)), соответственно, и далее через клапан управления ЭПР1 (БИ1) в управляющую полость реле давления РД. От реле давления сжатый воздух через устройство блокировки тормозов и переключательный клапан ПК4 (БТО) поступает к управляющей полости реле давления. Далее процесс торможения идет описанным выше путем.

Кран разобщительный КрРШ8 (БТО) предназначен для защиты тормозной системы электровоза во время работы в режиме «недействующего состояния» от накопления избыточного давления перед управляющей полостью РД в блоке исполнительного оборудования и, как следствие, независимого от машиниста наполнения тормозных цилиндров.

Принцип работы КВТ заключается в следующем. КВТ имеет три независимых канала контроля позиции ручки ККВТ, три независимых CAN-интерфейса и три датчика давления ДД1 (БИ1), ДД2 (БИ1), ДД3 (БИ1). КВТ работает по принципу мажоритарной схемы, т.е. происходит принятие решения об управляющем воздействии на вентили ВТ (БИ1), ВО (БИ1) или ЭПР2 (БИ1) не менее чем по двум каналам управления.



*Управление вспомогательным тормозом 224Д при помощи крана резервного управления КРУ-025Л*

На случай неисправностей в электрической дистанционной системе управления локомотивным тормозом предусмотрено управление пневматическим способом — посредством крана резервного управления КРУ-025Л.

Для перехода на резервное управление необходимо открыть кран разобщительный КН34 (КН35), размещенный под пультом управления.

При отказе электрических или электронных компонентов КВТ снимается напряжение с ЭПР1 (БИ1), и система переходит в состояние готовности к применению резервного управления тормозом при помощи КРУ-025Л. При таком управлении воздух из питательной магистрали через разобщительный кран КрРШ2 (БТО) и редуктор Ред1 (БТО) поступает в питательную полость КРУ-025Л. После крана резервного управления сжатый воздух, проходя через блокировку пневматического резервного модуля БПРМ (БТО) и ЭПР1 (БИ1), попадает в управляющую полость РД (БИ1) и далее через импульсную магистраль вспомогательного тормоза описанным выше путем к ТЦ.

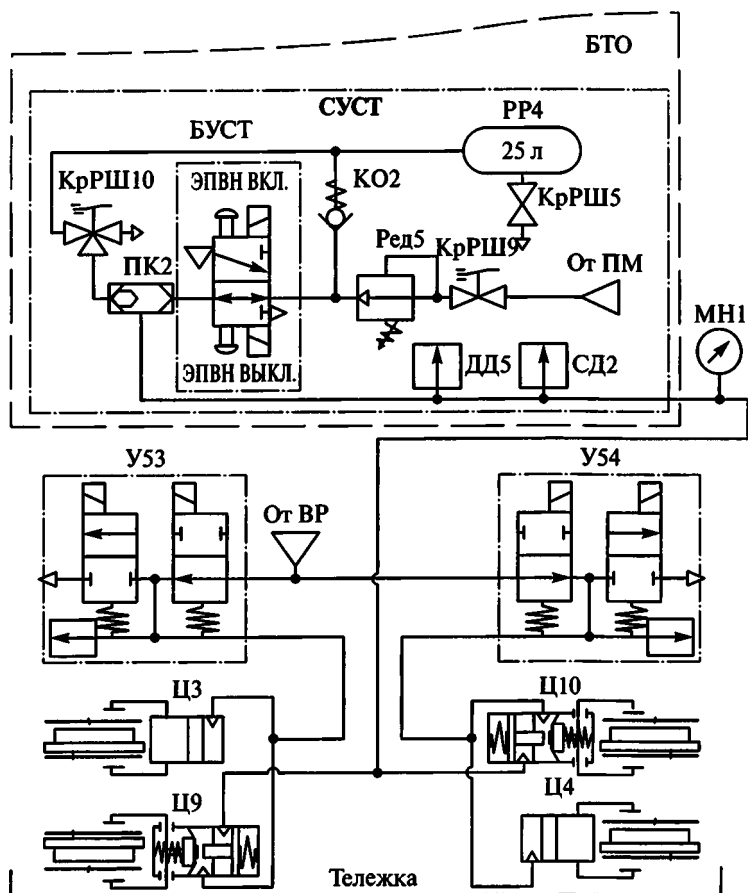
### ***3.2.4. Система управления пневматическим стояночным тормозом***

Пневматический стояночный тормоз с пружинным энергоаккумулятором предназначен для надежного затормаживания электровоза во время стоянки, предотвращая его скатывание, даже если в ТЦ отсутствует необходимое давление.

Стояночным тормозом оборудована каждая ось электровоза.

В соответствии с рис. 3.4 управление стояночным тормозом может осуществляться дистанционно — при помощи кнопки стояночный тормоз «ВКЛ» S1 (S2) и «ВЫКЛ» S3 (S4) на поперечной стенке кабины машиниста, или вручную — нажатием на кнопку ЭПВН «ВКЛ» (БТО) блока управления стояночным тормозом (БУСТ) для затормаживания и ЭПВН «ВЫКЛ» (БТО) для растормаживания колесных пар.

Исполнительным устройством системы управления стояночным тормозом является блок БУСТ, встроенный в блок тормозного оборудования.



Для затормаживания колесных пар необходимо переводом БУСТ в положение «ЭПВН ВКЛ.» соединить магистраль стояночного тормоза с атмосферой.

Контроль над давлением в магистрали стояночного тормоза можно осуществлять при помощи:

- блока индикации, на главном «Основном» кадре которого будет постоянно отображаться текущее давление в магистрали стояночного тормоза, получаемого от датчика давления ДД5 (БТО);



- манометра МН1, расположенного в кузове машиниста в модуле тормозного оборудования Е-300Т;
- тормозных индикаторов, расположенных на боковине рамы кузова над каждой тележкой.

### **3.2.5. Смена кабин управления**

Электровоз оборудован системой блокировки тормозов, которая обеспечивает правильное включение магистралей при смене кабин управления.

В ее состав входят устройства:

- блокировка пневматического резервного модуля;
- выключатель цепей управления;
- устройство блокировки тормозов (УБТ).

Для управления устройством блокировки тормозов имеется ключ, вставляемый в гнездо выключателя цепей управления SQ1 (SQ2). На электровоз выдается один ключ на две кабины. Работа двумя ключами не допускается!

#### ***Порядок смены кабин управления***

Привести в действие стояночный тормоз нажатием клавиши S1 (S2) «СТОЯНОЧНЫЙ ТОРМОЗ ВКЛ.» на поперечной стенке кабины машиниста.

В оставляемой кабине необходимо произвести полное торможение контроллером крана вспомогательного тормоза 224Д ККВТ1 (ККВТ2), затем произвести экстренное торможение контроллером крана машиниста 130 ККМ1 (ККМ2). После того как в тормозной магистрали снизится давление сжатого воздуха до 0,09 МПа, а в тормозных цилиндрах давление будет выше 0,3 МПа, ключ ВЦУ перевести во II положение (на 90° против часовой стрелки) и выдержать от 3 до 4 с. Во II положении ключа УБТ блокирует питание БЭПП от ТМ и ПМ.

### **3.2.6. Система отпуска тормоза локомотива**

Пневматической схемой предусмотрена возможность отпуска автоматического тормоза электровоза без отпуска тормозов состава.

Для этого необходимо после применения служебного торможения нажать клавишу «ОТПУСК ТОРМОЗА», расположенную на блоке сенсорных клавиш S21 (S22). При этом в соответствии с рис. 3.5

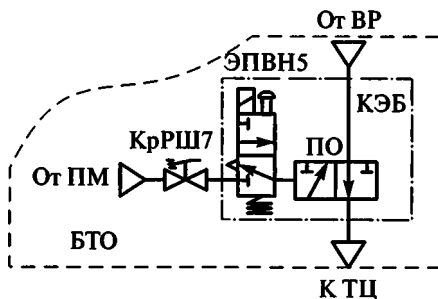


Рис. 3.5. Схема пневматическая принципиальная клапана электроблокировочного КЭБ

получает питание электропневматический вентиль ЭПВН5 (БТО), управляющий переключательным органом ПО (БТО), который открывает выход сжатого воздуха в атмосферу. Происходит отпуск тормоза только на электровозе.

После прекращения воздействия на клавишу «ОТПУСК ТОРМОЗА» напряжение с ЭПВН5 (БТО) снимается и давление в ТЦ восстанавливается до первоначального.

### 3.2.7. Взаимодействие электрического и пневматического тормозов

*Исключение одновременного действия электрического и пневматического торможения*

Пневматической схемой предусмотрено исключение одновременного действия на электровозе электрического и пневматического торможения. Для этого используется клапан КЭБ (БТО). При включении электрического торможения напряжение подается на катушку вентиля КЭБ (БТО) и клапан перекрывает проход сжатого воздуха из воздухораспределителя в тормозные цилиндры. При этом имеющийся в тормозных цилиндрах сжатый воздух выходит в атмосферу через клапан ЭПВН5 (БТО) и РД1 (БИО), РД2 (БИО) и РД3 (БИО).

Схемой предусмотрена возможность применить во время действия электрического торможения вспомогательный тормоз до давления в тормозных цилиндрах в диапазоне от 0,13 до 0,15 МПа. При достижении указанного давления электрическое торможение автоматически отключается. Это же решение обеспечивает возможность

затормозить электровоз вспомогательным тормозом при неисправности клапана электроблокировочного КЭБ (БТО) в цепи автоматического тормоза.

Схемой предусмотрен автоматический переход с электрического торможения на автоматический пневматический тормоз при падении давления в тормозной магистрали до значения  $(0,32 \pm 0,01)$  МПа.

*Схема адекватного замещения электрического торможения пневматическим*

Если при движении электровоза в режиме электрического торможения произойдет разбор электрической схемы, автоматически произойдет пневматическое торможение электровоза с давлением в ТЦ, достаточным для создания равной силы торможения, примененной электрическим тормозом до ее разбора.

Исполнительные органы схемы адекватного замещения электрического торможения установлены в блоке тормозного оборудования.

В соответствии с рис. 3.6 сжатый воздух из питательной магистрали через разобщительный кран КрРШ5 (БТО) и редуктор Ред4 (БТО) поступает к вентилям торможения и отпуска. Система управления электровоза по определенному алгоритму воздействует на вентили отпуска ВО (БТО) и торможения ВТ (БТО), плавно повышая давление в тормозных цилиндрах до величины, равной тормозному

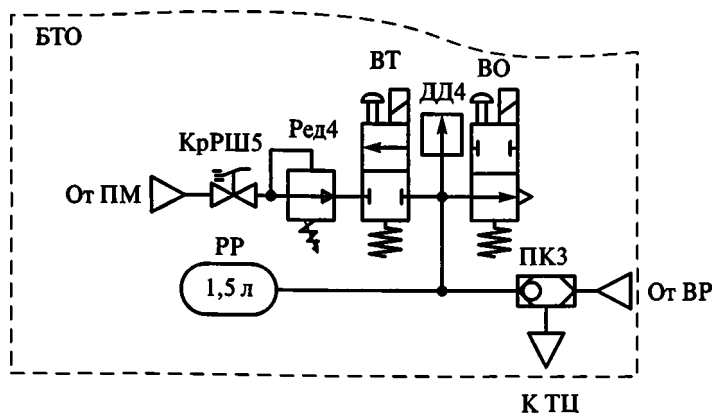


Рис. 3.6. Схема пневматическая системы адекватного замещения электрического торможения пневматическим

усилию, создаваемому электрическим тормозом в момент его срыва. Далее сжатый воздух от вентилей ВТ и ВО поступает на переключательный клапан ПКЗ (БТО) и в управляющую полость РД1 (БИО), РД2 (БИО), РД3 (БТО). Далее процесс наполнения тормозных цилиндров происходит описанным выше путем.

### ***3.2.8. Движение электровоза в недействующем состоянии***

Для обеспечения работы автоматического тормоза в режиме движения в недействующем состоянии предусмотрена цепь наполнения питательной магистрали, запасных резервуаров ПР1, ПР2, ПР3 тормозных цилиндров и запасного резервуара РР4 (БТО) стояночного тормоза из тормозной магистрали.

С целью защиты от перетекания сжатого воздуха из питательной магистрали в тормозную установлен обратный клапан КО4 (БИО). Цепь отключается разобщительным краном КрРШ4.

Тормозами управляют с ведущего локомотива изменением давления в тормозной магистрали, которое ведет к срабатыванию воздухораспределителя, далее процесс торможения происходит описанным выше путем.

### ***3.2.9. Дополнительные функции системы тормоза***

Для осуществления экстренного торможения при возникновении аварийной ситуации предусмотрен клапан аварийно-экстренного торможения У35 (У36) и У37 (У38). Клапаны установлены на пульте машиниста и помощника машиниста. При нажатии на кнопку клапана происходит сообщение тормозной магистрали с атмосферой, что ведет к экстренному торможению.

Электровоз оборудован двухступенчатой системой автоматического торможения. Для осуществления торможения «высокой» ступенью давления (рис. 3.7) предусмотрен редуктор Ред2 (БТО) и управляющий электропневматический клапан ЭПВН1 (БТО).

Электровоз оборудован устройством автоматического торможения при проезде запрещающих сигналов светофора. Для этого в схему включен электропневматический клапан автостопа ЭПК-151Д. Данное устройство обеспечивает автостопное торможение темпом экстренного торможения и срабатывание автоматических тормозов, что ведет к срабатыванию автоматических пневматических тормозов.

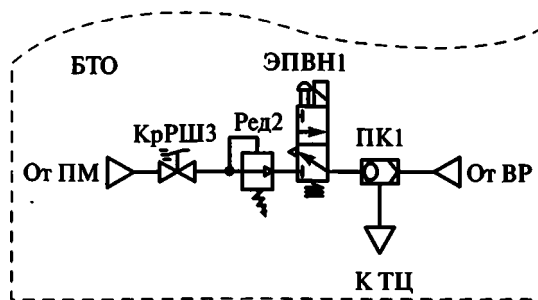


Рис. 3.7. Схема пневматическая принципиальная цепи высокой ступени торможения

Кран разобщительный КрРШ1 (БПО) служит для подачи сжатого воздуха на обдув машинного помещения или ходовых частей.

Клапан электропневматический (КЭ) предназначен для приведения в действие автоматического пневматического тормоза электровоза и состава темпом экстренного торможения по команде диспетчера, независимо от действий машиниста.

### 3.2.10. Противовозная система

Комплекс процессорного противовозного устройства предназначен для предотвращения юза и исключения блокировки колесных пар при торможении, чем достигается защита поверхности катания колесных пар от повреждений, повышения безопасности движения, увеличения эффективности торможения.

Исполнительным органом противовозной системы являются клапаны У51—У56, установленные на каждой колесной паре электровоза.

## 3.3. Цепи вспомогательные

### 3.3.1. Система питания пескоподдачи

Пескоподача служит для повышения сцепления колеса с рельсом, осуществляя подачу песка под колесные пары.

Принцип действия системы питания пескоподдачи одинаков для каждой колесной пары электровоза.

В соответствии с рис. 3.8 воздух из питательной магистрали через разобщительный кран поступает к управляющему клапану элек-

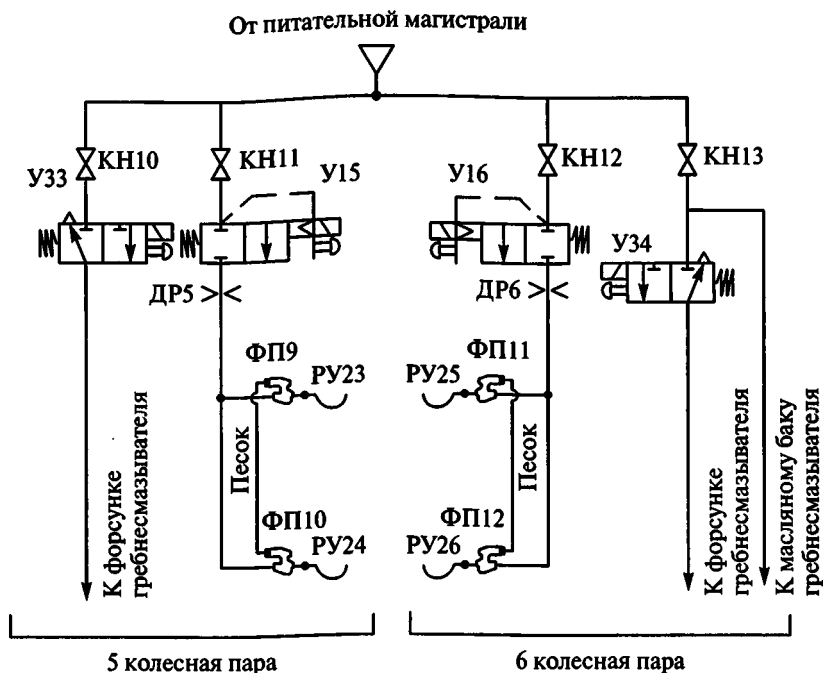


Рис. 3.8. Схема питания системы пескоподачи и гребнесмазывателя

тропневматическому У11—У16, далее через дроссель ДР1—ДР6 к входному отверстию форсунки песочницы ФП1—ФП12.

Пескоподача может осуществляться как в ручном, так и в автоматическом режимах.

### 3.3.2. Система питания гребнесмазывателей

Система предназначена для управления периодическим нанесением пластичных смазок и масел на гребни колесных пар с целью снижения интенсивности износа гребней колесных пар и боковых граней рельсов, а также снижения энергопотребления за счет уменьшения сил сопротивления движению. Принцип действия системы гребнесмазывания одинаков для всех КП.

Системой смазывания гребней оборудована каждая колесная пара (см. рис. 3.8).

Подробное описание работы системы приводится в специальной инструкции, разработанной заводом-изготовителем.

### 3.3.3. Система восстановления поверхности катания

Система питания блоков восстановления поверхности катания установлена на каждом колесе электровоза.

В соответствии с рис. 3.9 сжатый воздух из питательной магистрали через разобщительный кран КрРШ4 (БТО), редуктор Ред3 (БТО) и управляющий клапан ЭПВН2 (БТО) поступает к колодочно-очищающим блокам каждого колеса электровоза.

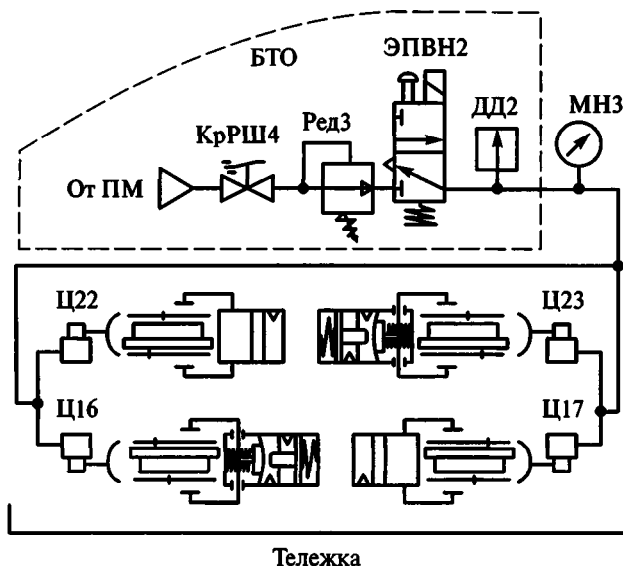


Рис. 3.9. Схема пневматическая принципиальная системы питания блоков восстановления поверхности катания

### 3.3.4. Система питания звуковых сигналов

В соответствии с рис. 3.10 звуковыми сигналами являются тифон и свисток, установленные на едином кронштейне РВН1 (РВН2). Управление сигналами может осуществляться как пневматическим, так и электропневматическим способом.

### 3.3.5. Питание продувки главного выключателя

Продувка главного выключателя необходима для удаления конденсата из рабочей полости, как показано на рис. 3.11.

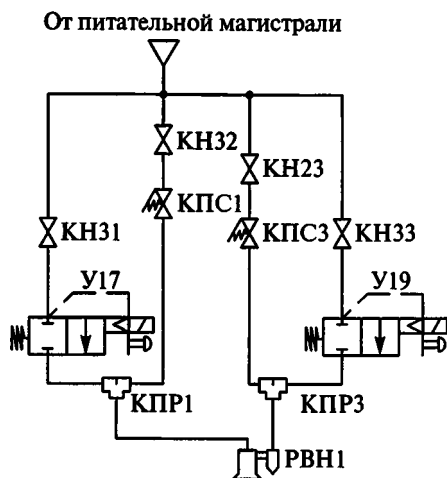


Рис. 3.10. Система питания звуковых сигналов

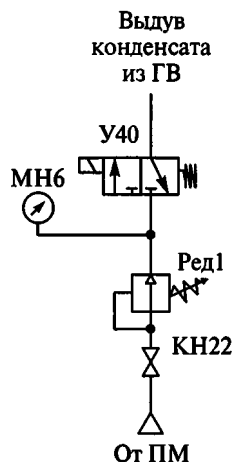


Рис. 3.11. Схема питания продувки ГВ

Продувка осуществляется в автоматическом режиме при появлении в цепях управления продувкой ГВ напряжения 110 В на клапане У40.

### 3.3.6. Система питания токоприемников

Управление подъемом и опусканием токоприемников осуществляется моностабическим пневматическим узлом управления У1 (У2) (см. рис. 3.2). Питание узла управления сжатым воздухом из питательной магистрали через разобщительные краны КН16—КН19 позволяет отключить каждый токоприемник в случае их выхода из строя. Из узла управления сжатый воздух через проходной изолятор ПИ1—ПИ4 поступает в пневматические цилиндры токоприемника.

Токоприемник соединен отдельной пневматической магистралью с пневматическим реле МА1, МА2, образуя систему ADD (Automatic drop device (автоматическое устройство опускания токоприемника)), позволяющую токоприемнику быстро складываться при разрушении контактной вставки, а также исключать повторное поднятие токоприемника.

Управление токоприемниками осуществляется нажатием на клавиши «ТОКОПРИЕМНИК ПЕРЕДНИЙ» и «ТОКОПРИЕМНИК ЗАДНИЙ», расположенные на блоке сенсорных клавиш S19 (S20).



Для предотвращения доступа к шкафам с высоковольтным оборудованием без опускания токоприемников применен вентиль КН50 (VTS10 — рис. 3.12), представляющий собой пневматический кран с функцией механического блокирования поворотной рукоятки крана.

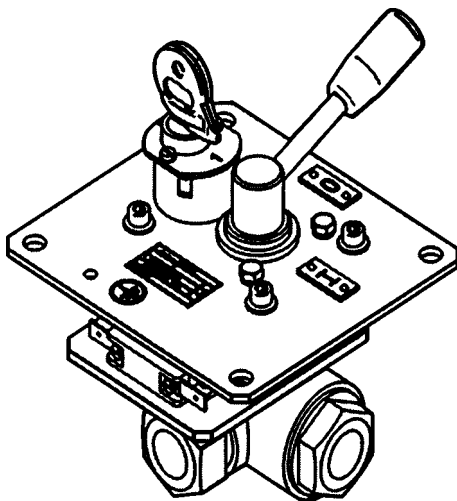


Рис. 3.12. Вентиль VTS10

Подробное описание работы системы приводится в специальной инструкции, разработанной заводом-изготовителем.

### **3.4. Оборудование управления тормозами**

#### ***3.4.1. Кран машиниста с дистанционным управлением 130***

Кран машиниста предназначен для управления пневматическими и электропневматическими тормозами поездов.

Кран машиниста состоит из:

- блока электропневматических приборов (БЭПП);
- контроллера крана машиниста (ККМ1, ККМ2);
- крана резервного управления (КРУ-025А);
- выключателя цепей управления SQ1;
- клапанов аварийно-экстренного торможения У35 (У36) и У37 (У38).

### *Контроллер крана машиниста*

Контроллер крана машиниста (ККМ1, ККМ2) предназначен для дистанционного управления тормозами. Рукоятка контроллера крана машиниста, как показано на рис. 3.13, имеет семь положений:

- I положение — отпуск и зарядка;
- II положение — поездное;
- III положение — перекрыша без питания;
- IV положение — перекрыша с питанием;
- Va положение — электропневматическое торможение;
- V положение — служебное торможение;
- VI положение — экстренное торможение.

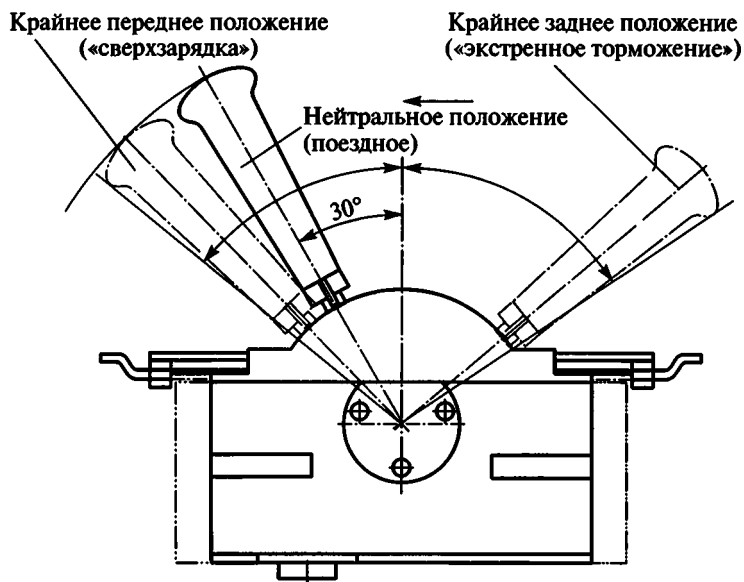


Рис. 3.13. Контроллер крана машиниста 130.52-03

Первое положение — нефиксированное с самовозвратом во II положение, остальные положения фиксированные.

Каждому положению соответствует определенное состояние ТМ.

Электрические сигналы с контроллера передаются на электронный блок, расположенный в блоке электропневматических приборов.

Описание работы контроллера крана машиниста с дистанционным управлением 130:

*а) I положение SQ7 (SQ8) — отпуск тормозов, «сверхзарядка».*

В положении «Отпуск тормозов» подается напряжение на вентили: В3 (БЭПП), В4 (БЭПП), В5 (БЭПП). Вентиль В5 (БЭПП) отключает возбудительную камеру реле давления блока электропневматических приборов от атмосферы.

В этом положении УР заряжается до повышенного давления, т.е. давление сжатого воздуха выше давления, на которое отрегулирован редуктор. Воздух из питательной магистрали через устройство блокировки тормозов поступает к редуктору и далее через открытый клапан вентиля В4(БЭПП) в возбудительную камеру реле давления, которая через дроссельное отверстие сообщена с уравнительным резервуаром. Одновременно из питательной магистрали воздух поступает к питательному клапану и через него и калиброванное отверстие к реле давления и к срывному клапану КС, который перекрывается и отключает ТМ от атмосферы. Вентиль В3 (БЭПП), находясь под напряжением, открывает доступ воздуха в камеру над манжетами штока питательного клапана, открывает его, сообщая ПМ с реле давления. Также через редуктор и вентиль В4 (БЭПП) воздух поступает в камеру над диафрагмой реле давления, диафрагма прогибается и открывает доступ воздуха большим сечением из ПМ в ТМ. Происходит зарядка уравнительного резервуара и тормозной магистрали до величины давления УР.

*б) II положение SQ7 (SQ8) поездное положение.*

В поездном положении подается напряжение на вентили В4 (БЭПП) и В5 (БЭПП). Кран машиниста выполняет функции: поддержание в тормозной магистрали зарядного давления, автоматическая ликвидация сверхзарядного давления, отпуск автоматических тормозов.

*в) III положение SQ7 (SQ8) «перекрыша без питания».*

В положении «Перекрыша без питания» подается напряжение на вентили В5 (БЭПП) и В6 (БЭПП). В этом положении осуществляется сообщение УР и ТМ через вентиль В6 (БЭПП), возможное понижение давления в ТМ не вызывает действия реле давления, т.к. одновременно понижается давление и в УР;

*г) IV положение ККМ «перекрыша с питанием».*

Под напряжением находится вентиль В5 (БЭПП), с остальных вентилях напряжение снимается. Таким образом, прекращается

сообщение УР с редуктором. Давление в УР остается без изменения. Всякое повышение или понижение давления ТМ приводит в действие реле давления, которое поддерживает давление в ТМ равным давлению в УР;

д) *IV положение КKM «замедленное торможение».*

В этом положении подается напряжение на вентили В8 (БЭПП) и В5 (БЭПП). Происходит сообщение УР и возбуждающей камеры реле давления с атмосферой через дроссельное отверстие в корпусе вентиля В8 (БЭПП). Реле давления отключает тормозную магистраль от питательной. После понижения давления в УР открывается атмосферный клапан реле давления и тормозная магистраль сообщается с атмосферой до выравнивания давления в УР и ТМ, после чего атмосферный клапан реле давления перекрывается и разобщает ТМ с атмосферой;

е) *V положение КKM «служебное торможение».*

В положении «Служебное торможение» все вентили обесточиваются. Происходит сообщение УР с атмосферой через атмосферное отверстие в вентиле В5 (БЭПП). Реле давления отключает тормозную магистраль от питательной. После понижения давления в УР диафрагма реле давления прогибается вверх и ТМ сообщается с атмосферой через атмосферный клапан реле до выравнивания давления в УР и ТМ, после чего диафрагма занимает горизонтальное положение, разобщая ТМ с атмосферой. При переводе рукоятки контроллера в IV положение «ПЕРЕКРЫША С ПИТАНИЕМ» на вентиль В5 подается напряжение, прекращается выпуск воздуха из УР и ТМ в атмосферу;

ж) *VI положение КKM «экстренное торможение».*

В этом положении подается напряжение на вентиль В7 (БЭПП). Происходит полная разрядка УР, камера над поршнем срывного клапана сообщается с атмосферой. Поршень срывного клапана перемещается вверх и ТМ сообщается с атмосферой до ее полной разрядки. Реле давления отключает тормозную магистраль от питательной, диафрагма реле перемещается вверх, открывая атмосферный клапан. Открывается второй путь разрядки тормозной магистрали.

*Кран резервного управления КРУ-025А*

Кран резервного управления предназначен для управления тормозами при отказе контроллера крана машиниста. Он установлен в пневматическом резервном модуле ПРМ, расположенном на пульте машиниста.

Рукоятка крана (рис. 3.14) имеет три положения:

- торможение;
- перекрыша;
- отпуск.

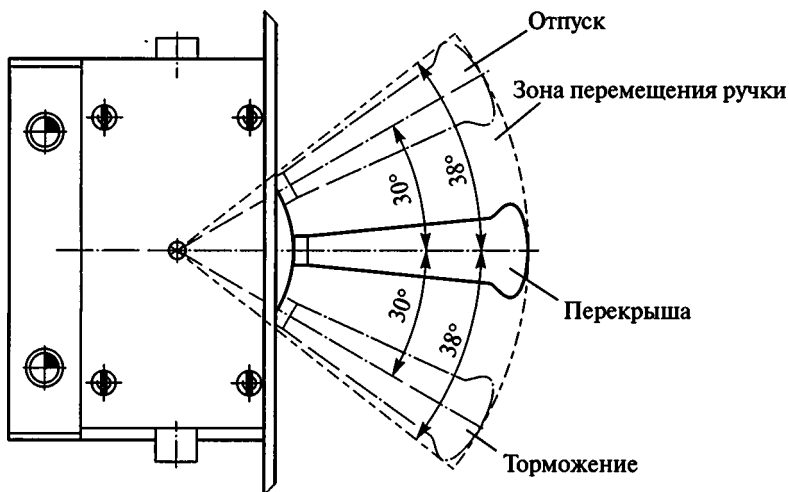


Рис. 3.14. Положения рукоятки при разных режимах работы КРУ

Положения «ТОРМОЖЕНИЕ» и «ОТПУСК» имеют принудительную фиксацию.

#### *Блок электропневматических приборов*

Блок электропневматических приборов (БЭПП) является исполнительной частью крана машиниста. Блок представляет собой панель с размещенными на ней пневматическими и электропневматическими приборами (рис. 3.15).

Электрические сигналы передаются с контроллера в электронный блок и далее на электропневматические вентили. Каждому положению контроллера соответствует определенное состояние электропневматических вентилях (рис. 3.16).

#### *Клапан аварийного экстренного торможения КАЭТ*

Клапан аварийного экстренного торможения (рис. 3.17) предназначен для осуществления экстренного торможения при отказе контроллера крана машиниста или невозможности воспользоваться им или краном резервного управления.

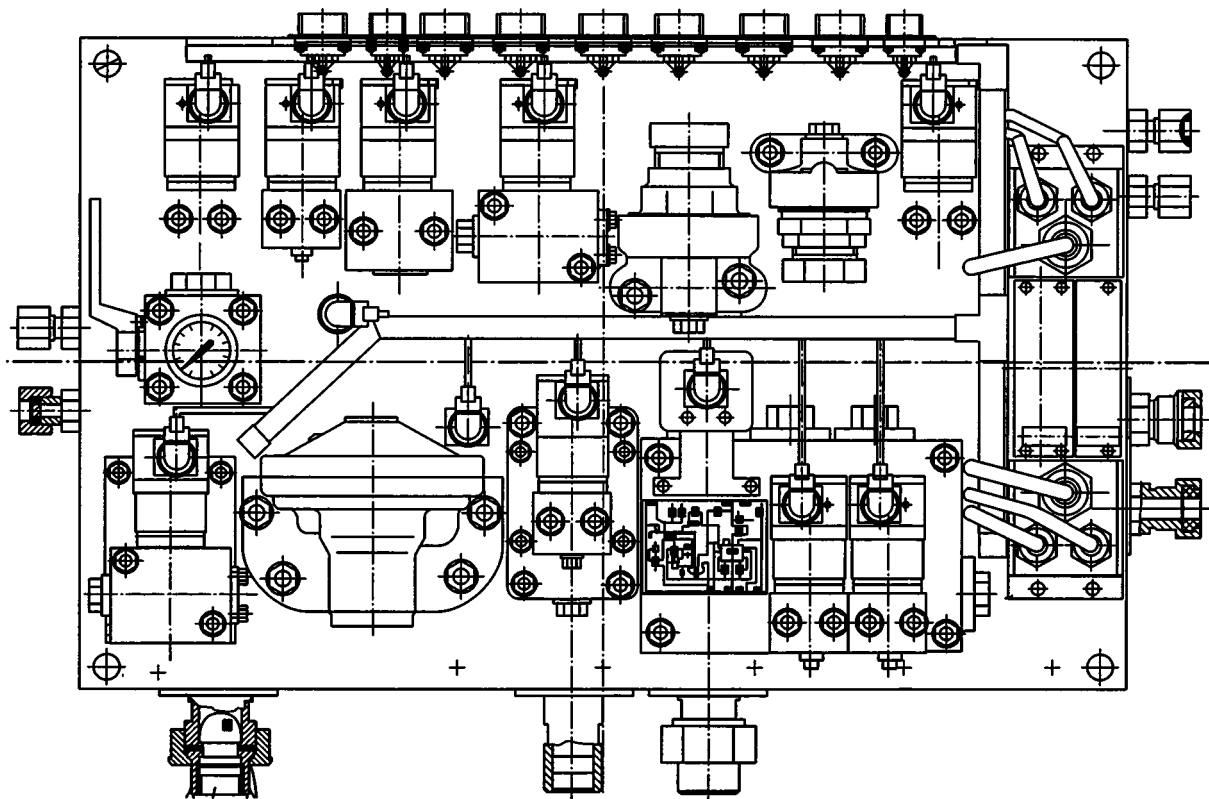


Рис. 3.15. Внешний вид БЭПП

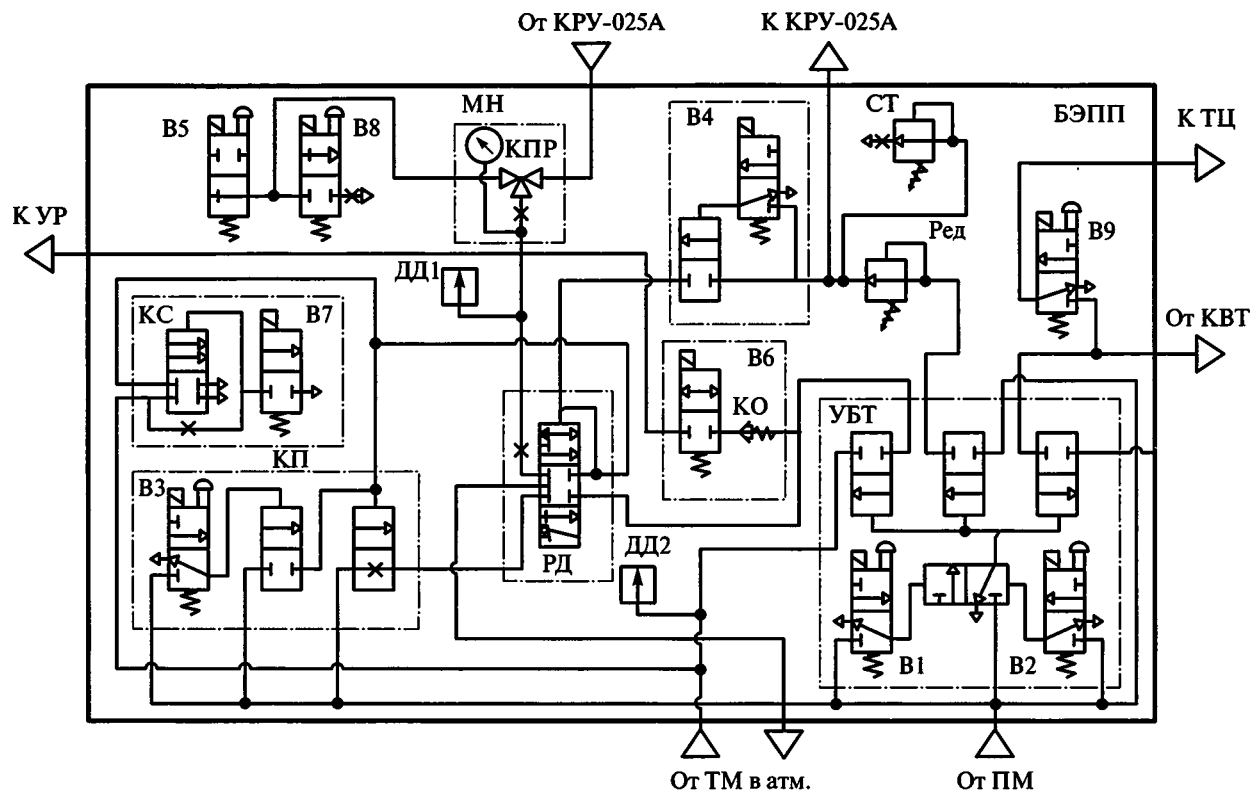


Рис. 3.16. Схема пневматическая принципиальная БЭПП

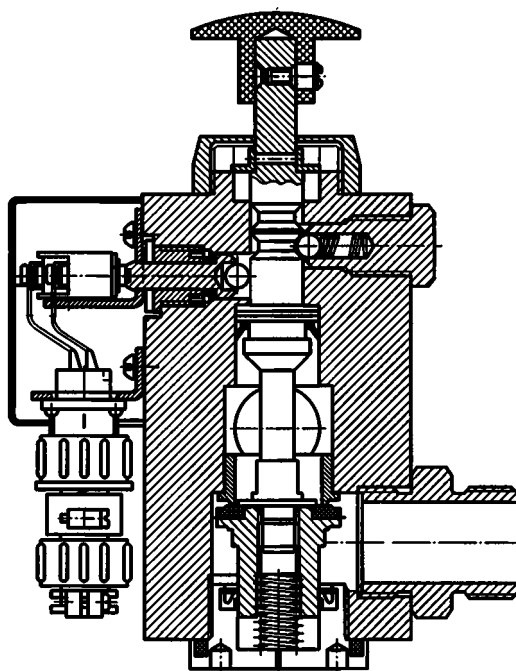


Рис. 3.17. Клапан аварийного экстренного торможения

Клапан оснащен микровыключателем, вызывающим включение песочниц, обесточивание контроллера крана машиниста, разбор схемы тяги и по достижении давления в тормозных цилиндрах локомотива 0,3 МПа выключение устройств блокировки тормозов.

При возврате кнопки в первоначальное положение восстанавливается предыдущее состояние крана.

### ***3.4.2. Кран вспомогательного тормоза локомотива с дистанционным управлением 224Д***

Кран вспомогательного тормоза локомотива с дистанционным управлением предназначен для управления прямым тормозом локомотива и состоит из:

- блока исполнительного БИ1;
- контроллера крана вспомогательного тормоза ККВТ1 (ККВТ2);
- крана резервного управления КРУ-025Л.



### *Контроллер крана вспомогательного тормоза*

ККВТ (рис. 3.18) предназначен для дистанционного управления локомотивным тормозом. Рукоятка контроллера имеет пять позиций:

- поездная — 0 МПа;
- 1-я тормозная —  $0,02 \pm 0,01$  МПа;
- 2-я тормозная —  $0,13 \pm 0,01$  МПа;
- 3-я тормозная —  $0,20 \pm 0,01$  МПа;
- 4-я тормозная —  $0,29 \pm 0,01$  МПа;

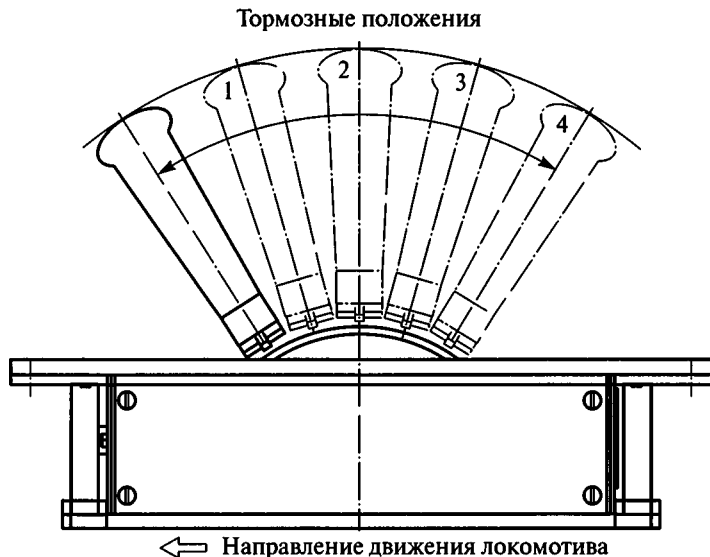


Рис. 3.18. Контролер вспомогательного тормоза

### *Блок исполнительный*

Блок исполнительный (БИ) является исполнительной частью крана вспомогательного тормоза. Блок (рис. 3.19) — это панель с размещенными на ней пневматическими и электропневматическими приборами.

Электрические сигналы передаются с контроллера в электронный блок управления и далее на электропневматические вентили. Каждому положению контроллера соответствует определенное состояние электропневматических вентилях, указанное в табл. 106.

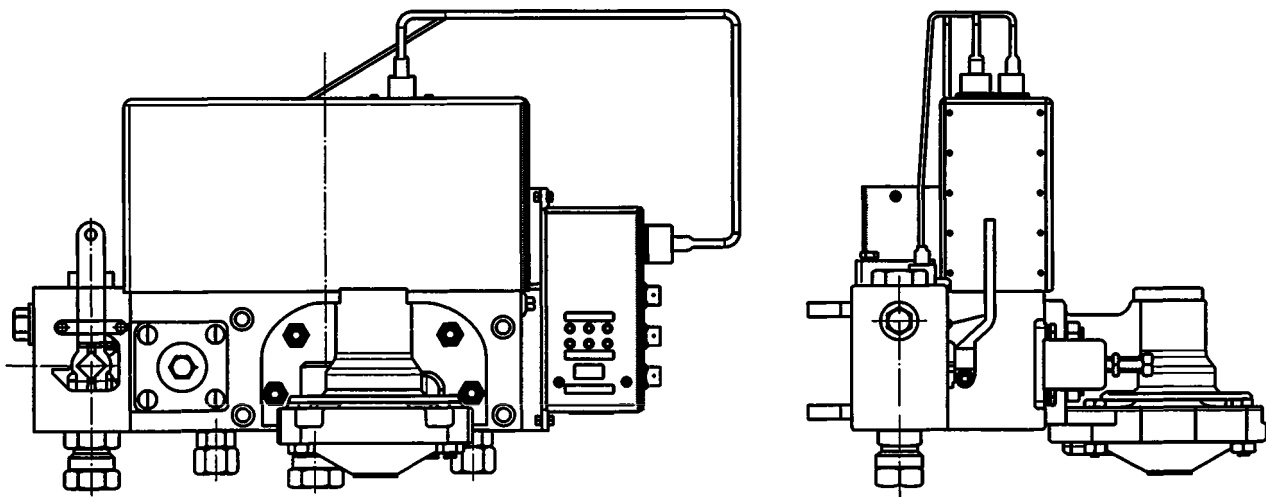


Рис. 3.19. Общий вид блока исполнительного

Режим работы КВТ	ВО	ВТ	ЭПР1*	ЭПР2**
Отпуск	+	—	+	+
Перекрыша	—	—	+	—
Торможение	—	+	+	+

\* Напряжение с ЭПР1 снимается при отказе электрических и электронных компонентов блока управления или ККВТ.

\*\* Напряжение с ЭПР2 подается (снимается) при точности обрабатывания заданного давления ступени торможения (отпуска).

*Примечание.* Знак «+» означает, что напряжение на вентиле; знак «—» означает, что вентиль обесточен.

### *Кран резервного управления КРУ-025Л*

Кран резервного управления предназначен для управления тормозами при отказе контроллера крана машиниста. Он установлен в пневматическом резервном модуле ПРМ, расположенном на пульте машиниста (см. рис. 3.14).

Рукоятка имеет три положения:

- торможение;
- перекрыша;
- отпуск.

Положения «торможение» и «отпуск» имеют принудительную фиксацию.

### **3.4.3. Модуль пневматический резервный 025М-1**

Пневматический резервный модуль (далее — ПРМ) предназначен для:

- резервного управления автоматическим тормозом локомотива при отказе основного;
- резервного управления локомотивным тормозом при отказе вспомогательного тормоза.

ПРМ расположен в кабине машиниста, в правой тумбе.

ПРМ (рис. 3.20) состоит из двух модулей:

- крана резервного управления автоматическим пневматическим тормозом КРУ-025А;
- крана резервного управления локомотивным тормозом КРУ-025Л.

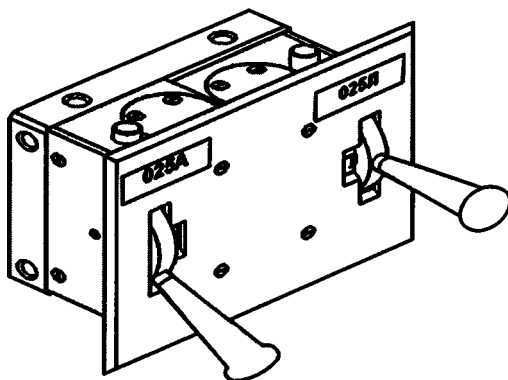


Рис. 3.20. Модуль пневматический резервный 025М-1

### *Устройство блокировки тормозов*

Устройство блокировки тормозов (УБТ) встроено в блок электропневматических приборов БЭПП. УБТ предназначено для исключения возможности управления электровозом из недействующей кабины. Управляется устройство с пульта машиниста путем поворота ключа ВЦУ, воздействующего на вентили В1 (БЭПП) и В2 (БЭПП).

### *Блокировка пневматического резервного модуля*

Блок блокировки пневматического резервного модуля (БПРМ) предназначен для недопущения управления вспомогательным и прямодействующим тормозом при помощи кранов резервного управления из недействующей кабины машиниста.

### *Выключатель цепей управления 130.40*

Выключатель цепей управления 130.40 (далее ВЦУ) (рис. 3.21) предназначен для блокирования включения недействующей кабины управления, а также правильного выполнения процедуры смены кабин управления или покидания локомотивной бригадой электровоза.

Ключ ВЦУ имеет три фиксированных положения:

- первое положение (включено) осуществляется поворотом ключа до упора по часовой стрелке;
- второе положение (выключено) достигается поворотом ключа из первого положения на 90° против часовой стрелки;
- третье положение (смена кабин) достигается поворотом ключа еще на 90° против часовой стрелки, при этом ключ вынимается из гнезда.

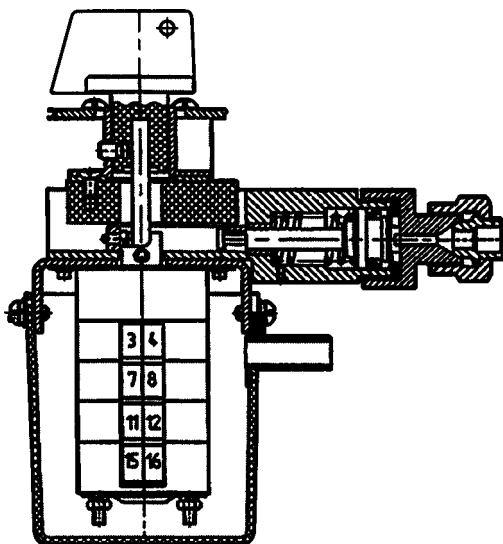


Рис. 3.21. Выключатель цепей управления

В первых двух положениях ключ блокируется. Перевести ключ в третье положение можно только после снижения давления в тормозной магистрали ниже 0,1 МПа и повышении давления в тормозных цилиндрах выше 0,3 МПа. Выключатель цепей управления пневматически связан с вентилем В9, установленным на канале вспомогательного тормоза.

Как только система управления получает информацию о необходимых давлениях в тормозной магистрали ДД1 (БИО) и тормозных цилиндрах (ДД3 (БТО), ДД4 (БТО), ДД5 (БТО) и выключается устройство блокировки тормозов, замкнется электрическая цепь вентилей В9 и на него подается напряжение. Сжатый воздух поступает к блокировке ключа, разблокировав его.

#### ***3.4.4. Клапан электропневматический автостопа 151Д-1 с дистанционным управлением***

Клапаны электропневматические автостопа предназначены для подачи предупредительного звукового сигнала и обеспечения разрядки тормозной магистрали темпом экстренного торможения по команде от системы безопасности электровоза.

В соответствии с рис. 3.22 ЭПК состоит :

- из блока исполнительного (БИ2);
- блока управления (А75, А76).

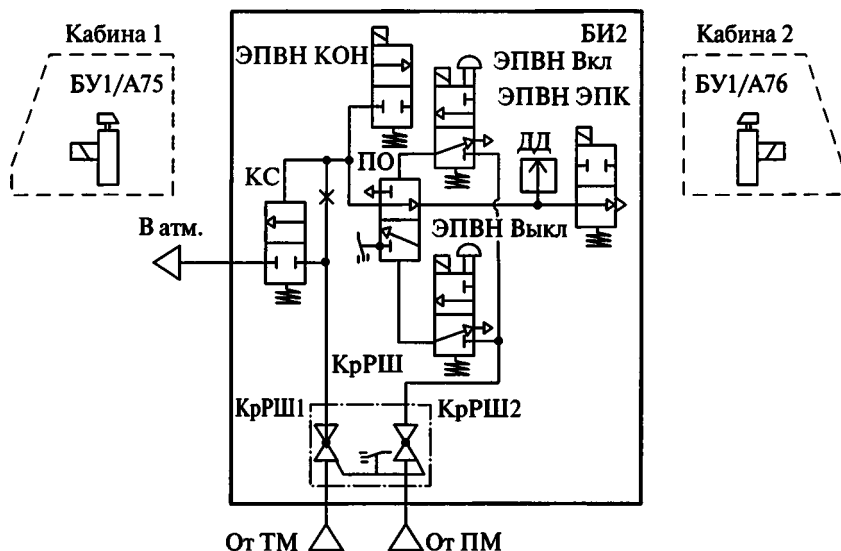


Рис. 3.22. Схема пневматическая принципиальная ЭПК 151Д

#### *Блок исполнительный ЭПК-151Д.10-1*

Блок исполнительный (БИ2) включен в состав модуля тормозного оборудования Е.300Т и показан на рис. 3.23.

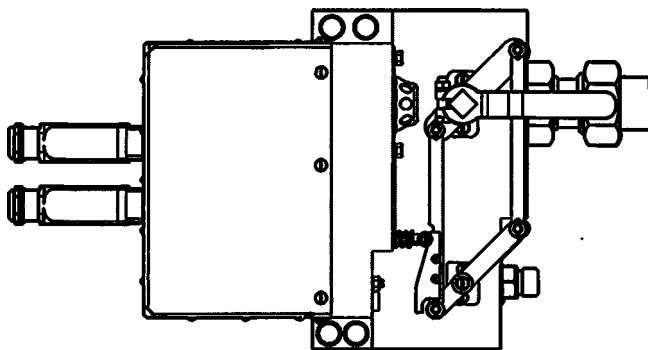


Рис. 3.23. Блок исполнительный ЭПК 151Д

### Блок управления ЭПК151Д-120-1

Блок управления (рис. 3.24 и 3.25) состоит из переключающей и сигнальной части, которые имеют самостоятельную конструкцию.

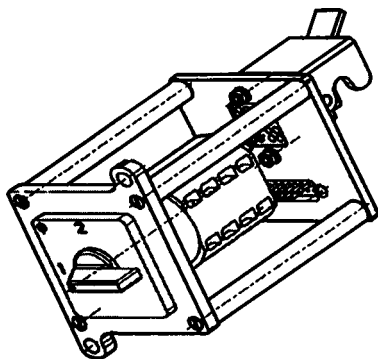


Рис. 3.24. Переключающая часть блока управления ЭПК 151Д

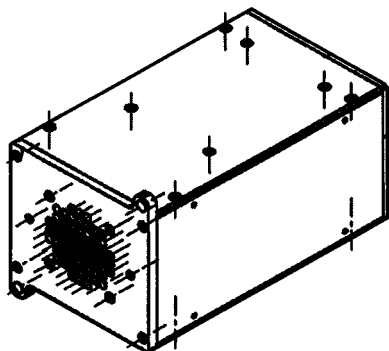


Рис. 3.25. Сигнальная часть блока управления ЭПК 151Д

Обе части размещены в кабине машиниста, переключающая часть на панели правой тумбы машиниста, сигнальная часть в шкафу кабины за машинистом инструктором.

### 3.4.5. Клапан электропневматический 266-1

Клапан электропневматический (КЭ) предназначен для обеспечения разрядки тормозной магистрали темпом экстренного торможения по электрическому сигналу.

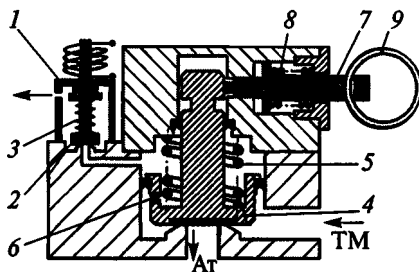


Рис. 3.26. Схема принципиальная клапана 266-1:

1 — ЭПВ; 2 — клапан питательный; 3 — пружина; 4 — поршень; 5 — пружина; 6 — дроссельное отверстие; 7 — фиксатор; 8 — пружина; 9 — кольцо

Клапан электропневматический включен в состав модуля тормозного оборудования Е.300Т (рис. 3.26).

### **3.5. Пневматическое оборудование управления тормозами**

Пневматическое оборудование электровоза включает в себя:

а) оборудование, расположенное в кабинах электровоза:

- блок управления 151Д-120-1;
- выключатель цепей управления 130.40;
- клапан аварийного экстренного торможения 130.30;
- контролер крана вспомогательного тормоза 224Д.100;
- контроллер крана машиниста 130.52-03;
- пневматический резервный модуль 025М-1 025М.000-1МЧ;
- клапан сигнала КС-5;

б) оборудование, установленное под кузовом и на тележках:

- сбрасывающий клапан трехпозиционный 182-15;
- клапан 131;
- клапаны КЭО;
- одинарный и двойной тормозной индикатор;
- фильтр локомотивный Фл 5-1,0;
- форсунка;

в) оборудование подготовки сжатого воздуха, размещенное в блоке компрессорного оборудования Е.300Ф:

- компрессоры безмасляные Буран 20;
- система осушки сжатого воздуха SD9;
- вспомогательный компрессор 1/324500;

г) исполнительное оборудование управления торможением, взаимодействием пневматического и электрического торможения и дополнительными функциями системы тормоза, размещенное в модуле тормозного оборудования:

- блок исполнительный 151Д.10-1;
- блок исполнительный 224Д.10;
- блок исполнительного оборудования;
- блок пневматического оборудования 143;
- блок тормозного оборудования 030М.020;
- блок электровоздухораспределителя 030.10;
- блок электропневматических приборов 130.10-2;
- клапан электропневматический 266-1.



### 3.5.1. Блок исполнительного оборудования

Блок исполнительного оборудования предназначен для сохранения запаса сжатого воздуха в запасных резервуарах ПР1 — ПР3 и расхода его на наполнение тормозных цилиндров до необходимого давления через реле давления РД1—РД3 (рис. 3.27).

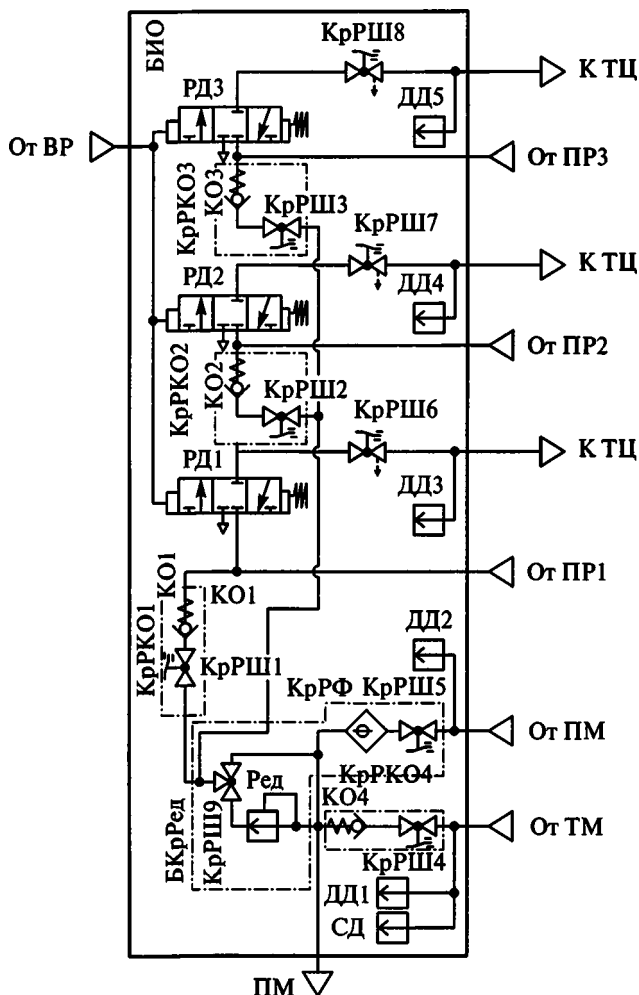


Рис. 3.27. Схема пневматическая принципиальная блока исполнительного оборудования

### 3.5.2. Блок пневматического оборудования 143

Блок пневматического оборудования (БПО), как показано на рис. 3.28, предназначен для редуцирования сжатого воздуха до давления, необходимого для работы пневматических электроконтакторов в электрических цепях электровоза.

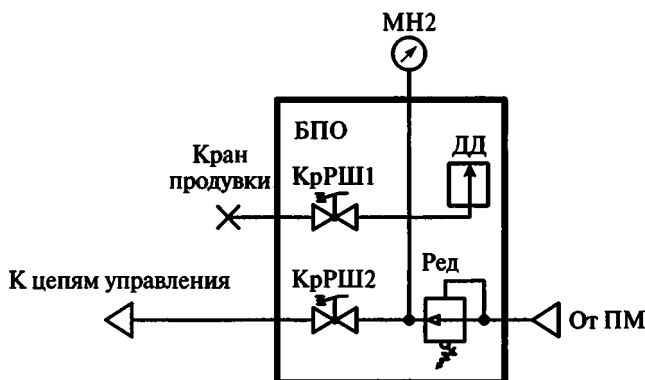


Рис. 3.28. Блок пневматического оборудования 143

В этом блоке производится отбор сжатого воздуха для обдува помещения или ходовых частей электровоза.

### 3.5.3. Блок тормозного оборудования

В блоке тормозного оборудования (БТО) собраны основные цепи управления пневматической системой электровоза, как показано на рис. 3.29.

Блок обеспечивает:

- наполнение сжатым воздухом из питательной магистрали схему вспомогательного тормоза до давления  $(0,40 \pm 0,01)$  МПа через редуктор Ред1 (БТО);
- наполнение сжатым воздухом из питательной магистрали схемы высокой ступени торможения до давления  $(0,58 \pm 0,01)$  МПа через редуктор Ред2 (БТО). В блоке также размещен управляющий этой системой электропневматический клапан ЭПВН1 (БТО);
- наполнение сжатым воздухом из питательной магистрали схемы восстановления поверхности катания до давления  $(0,32 \pm 0,01)$  МПа через редуктор Ред3 (БТО). В блоке размещен также

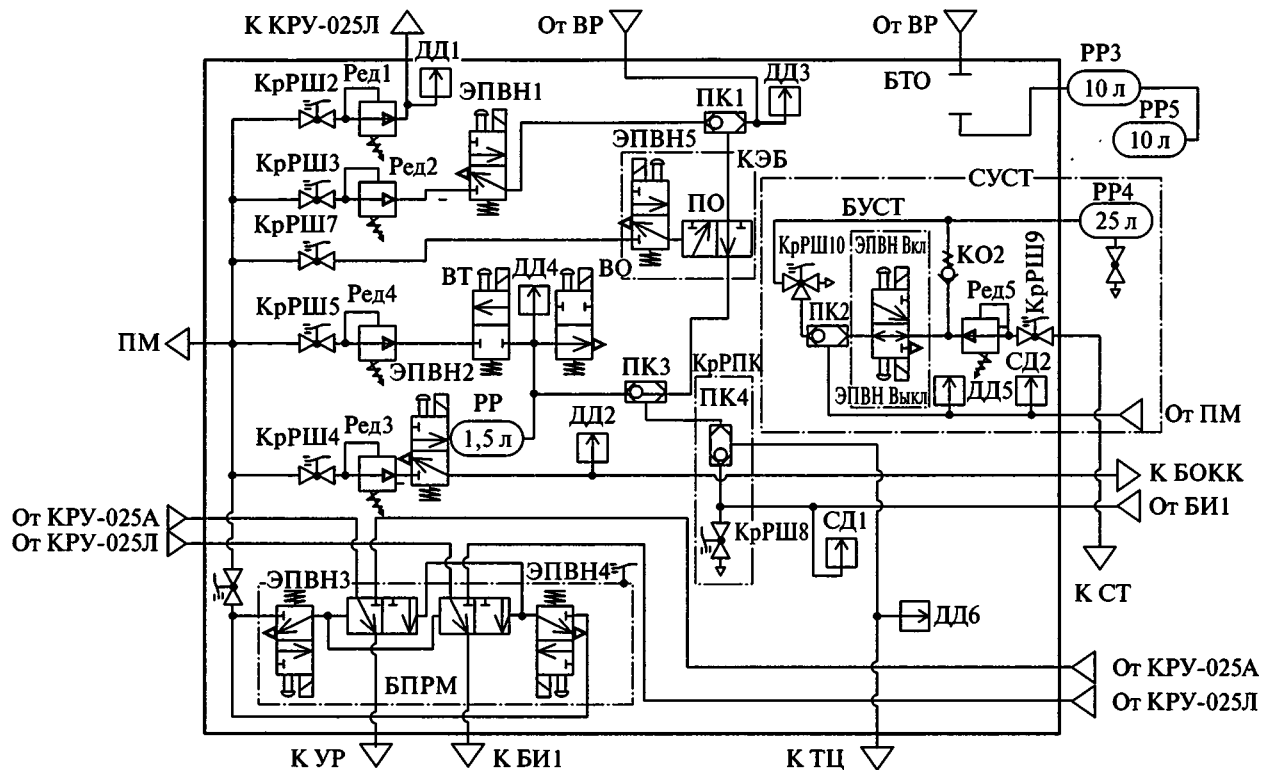


Рис. 3.29. Схема пневматическая принципиальная блока тормозного оборудования

управляющий этой системой электропневматический клапан ЭПВН2 (БТО);

– наполнение сжатым воздухом из питательной магистрали схемы адекватного замещения электрического торможения пневматическим до давления  $(0,58 \pm 0,01)$  МПа через редуктор Ред4 (БТО). В блоке также размещены исполнительные аппараты этой системы.

В блоке размещены:

- блокировка пневматического резервного модуля БПРМ;
- клапан КЭБ (БТО);
- система управления стояночным тормозом СУСТ;
- разобщительный кран КрРШ1 (БТО) включения дополнительного объема в цепь воздухораспределителя для работы электровоза в режиме недействующего состояния;
- разобщительный кран КрРШ8 (БТО), предназначенный для предотвращения накопления сжатого воздуха в цепи вспомогательного тормоза во время работы электровоза в режиме недействующего состояния.

### 3.5.4. Блок электровоздухораспределителя 030.10

Блок электровоздухораспределителя для локомотивов пассажирского типа предназначен для изменения давления в тормозных цилиндрах при применении электропневматического тормоза и при управлении автоматическим пневматическим тормозом.

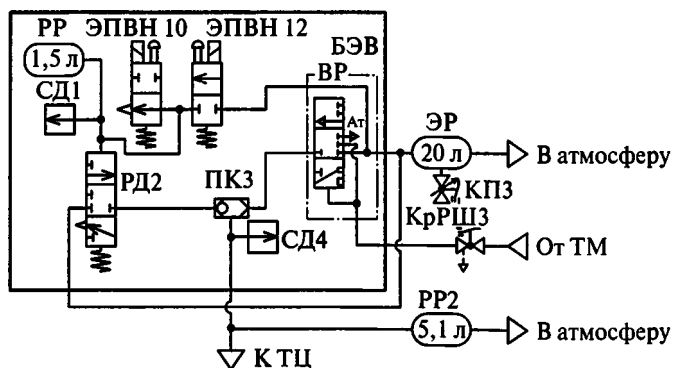


Рис. 3.30. Схема пневматическая принципиальная блока электровоздухораспределителя

Схема пневматическая принципиальная блока воздухораспределителя выполнена в соответствии с рис. 3.30.

В блоке размещены:

- воздухораспределитель 242-1-01, выполняющий функцию пневматического торможения;
- два электропневматических вентиля ЭПВН10 (БЭВ) и ЭПВН12 (БЭВ) отпуска и торможения, выполняющих функцию электропневматического тормоза.

### **3.5.5. Воздухораспределитель 242**

Воздухораспределитель предназначен для управления изменением давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах в зависимости от давления в тормозной магистрали при торможении.

Общий вид воздухораспределителя приведен на рис. 3.31.

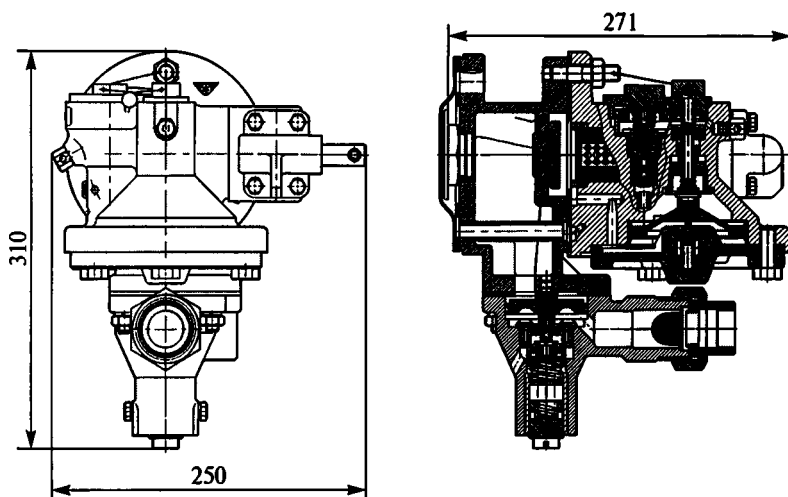


Рис. 3.31. Воздухораспределитель 242

*Примечание.* Подробное описание устройства и работы воздухораспределителя смотри в руководстве по эксплуатации 242.000 СБ.

### **3.5.6. Клапан сигнала КС-5 и ревун ТС-22**

Клапан предназначен для создания пневматической цепи к реву TS-22 (рис. 3.32), звуковому сигналу большой громкости, на-

жанием ногой. В случае неисправности клапана сигнала большой громкости его следует отключить закрытием разобщительного крана КН32 (КН37).

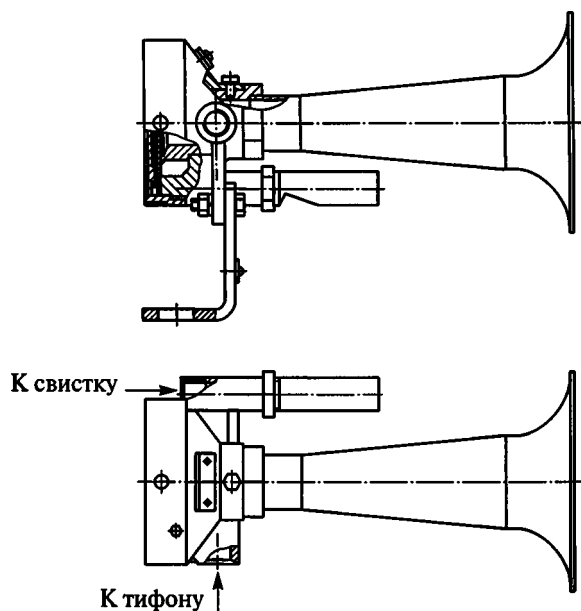


Рис. 3.32. Ревун ТС-22

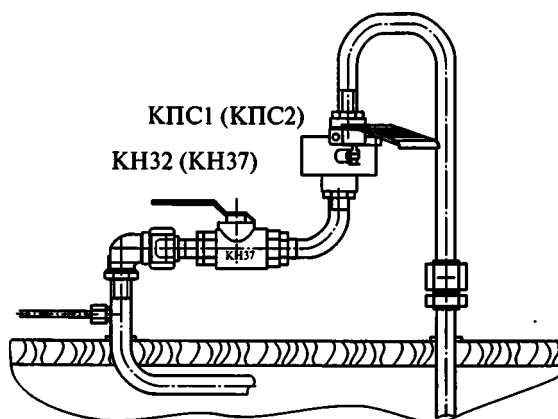


Рис. 3.33. Пневматический монтаж клапана сигнала КС5

Ревун ТС-22 (см. рис. 3.32) состоит из тифона и свистка, размещенных на одном кронштейне.

Общий вид пневматического монтажа к клапану сигнала приведен на рис. 3.33.

### **3.5.7. Клапан переключательный 5-2**

Клапан переключательный предназначен для автоматического переключения направления потока сжатого воздуха в воздухопроводах.

Общий вид клапана представлен на рис. 3.34.

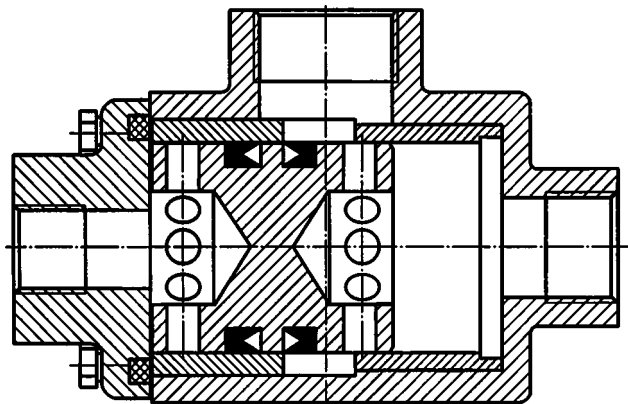


Рис. 3.34. Клапан переключательный 5-2

*Примечание.* Подробное описание устройства и работы клапана переключательного смотри в техническом описании 169.000 ТО или руководстве по эксплуатации 169.00 РЭ.

### **3.5.8. Клапан электромагнитный КЭО15/10/050/113/4 с ЭМ 02/DC/110/1**

Клапан предназначен для дистанционного управления пневматическим приводом (рис. 3.35).

### **3.5.9. Клапан 131**

Клапан 131 предназначен для выпуска сжатого воздуха из резервуаров или рабочих объемов с целью отпуска тормоза электровоза.

Общий вид клапана представлен на рис. 3.36.

Кожух  
защитный

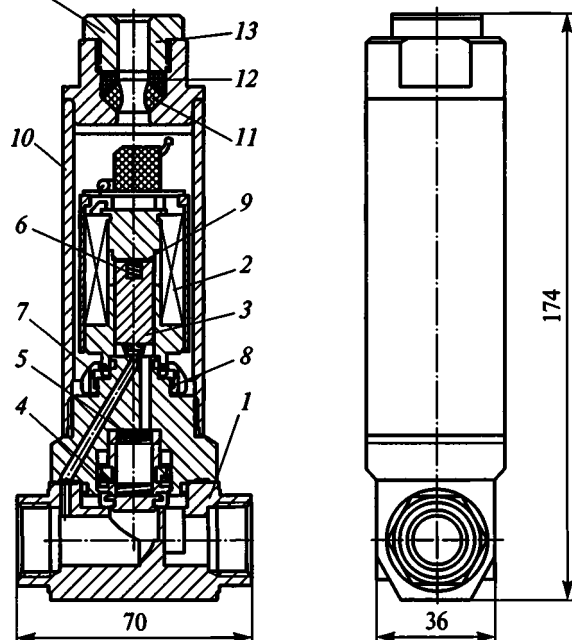


Рис. 3.35. Клапан электромагнитный КЭО15/10/050/113/4 с ЭМ 02/DC/110/1:  
1 — корпус; 2 — электромагнит; 3 — якорь; 4 — поршень; 5, 6 — пружины; 7 —  
переходник; 8 — гайка; 9 — шайба из немагнитной стали; 10 — корпус защит-  
ного кожуха; 11 — уплотнительное кольцо; 12 — втулка; 13 — пробка

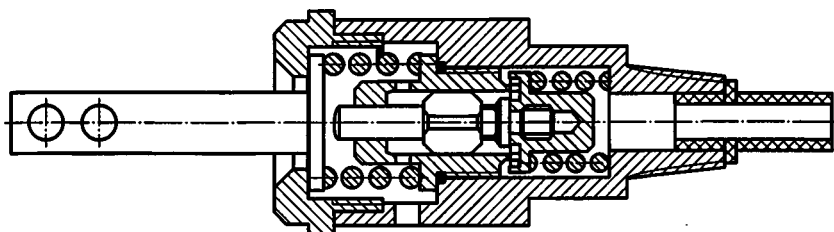


Рис. 3.36. Клапан 131

*Примечание.* Подробное описание устройства и работы клапана см. в тех-  
ническом описании 131.000 ТО или руководстве по эксплуатации 131.00 РЭ.



### **3.5.10. Клапан сбрасывающий трехпозиционный 182**

Клапан предназначен для сброса давления сжатого воздуха из тормозных цилиндров по командам противоюзной защиты с возможностью фиксации промежуточных значений давления, а также с последующим их наполнением.

Общий вид клапана представлен на рис. 3.37.

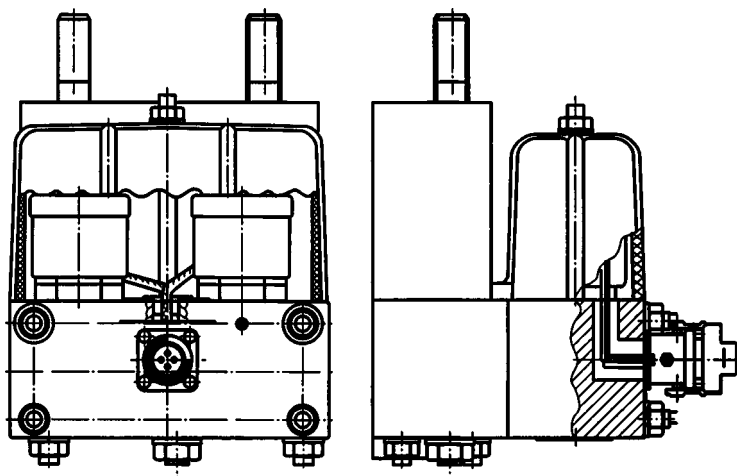


Рис. 3.37. Клапан сбрасывающий трехпозиционный 182

*Примечание.* Подробное описание устройства и работы клапана смотри в руководстве по эксплуатации 182.00 РЭ.

### **3.5.11. Тормозной индикатор черт. 90130-180 и черт. 90130-132**

Тормозные индикаторы (рис. 3.38) предназначены для информирования машиниста или составителя поезда о давлении в тормозных цилиндрах боковых тележек ИЗ—И6, о давлении в магистрали стояночного тормоза и тормозных цилиндрах центральной тележки И1, И2.

### **3.5.12. Форсунка песочницы**

Форсунка песочницы (ФП1—ФП12) предназначена для дозированной подачи песка из бункера песочницы под колесные пары электровазона с целью улучшения сцепления их с рельсами (рис 3.39).

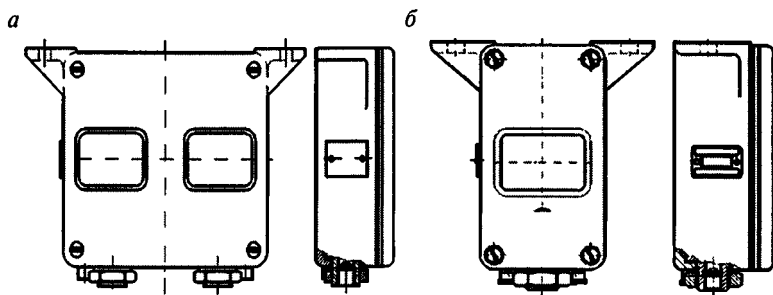


Рис. 3.38. Тормозные индикаторы:  
а — черт. 90130-132; б — черт. 90130-180

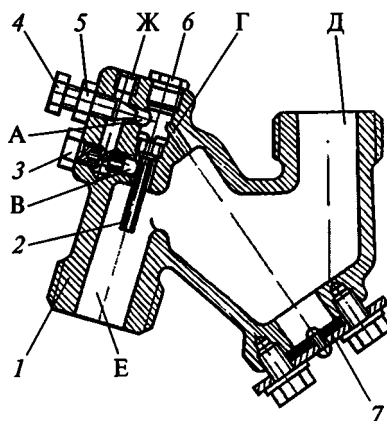


Рис. 3.39. Форсунка песочницы:  
1 — корпус; 2 — сопло; 3 — болт; 4 — регулировочный болт; 5 — контргайка;  
6 — пробка; 7 — крышка; Г — разрыхляющий канал; Д, Е — горловина;  
Ж — отверстие

#### Техническая характеристика

Максимальное давление воздуха, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) .....	0,9 (9,0)
Масса форсунки в сборе, кг .....	4,96

### 3.5.13. Фильтр локомотивный Фл 5-1,5

Фильтр предназначен для глубокой очистки газового потока от капельной, мелкодисперсной, аэрозольной влаги и механических примесей.

Общий вид фильтра представлен на рис. 3.40.

Подробное описание устройства и работы фильтра приведено в паспорте ФЛ-1.0-1.5Г ПС.

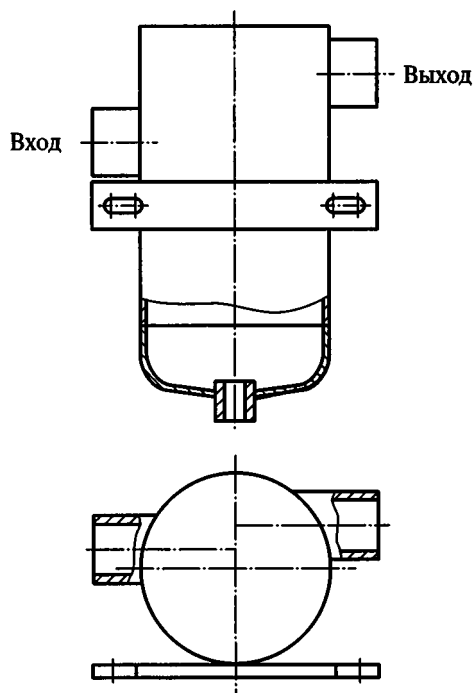


Рис. 3.40. Фильтр локомотивный ФЛ 5-1,5

Контролируемые системой управления и диагностики электро-воза диапазоны измерений давления сжатого воздуха в пневматической системе указаны в табл. 107.

Позиционное обозначение	Назначение	Диапазон изменения контролируемого давления, МПа	Условия выполнения
1	2	3	4
ДД2 (БИО)	Контроль давления в питательной магистрали. Автоматическое возобновление работы компрессора	0,75 0,9	Включение компрессора Выключение компрессора
ДД3 (БИО), ДД4 (БИО), ДД5(БИО)	Контроль давления в тормозных цилиндрах каждой тележки, соответственно	Выше 0,04 От 0,13 до 0,15 Ниже 0,05 От 0,28 до 0,32 Ниже 0,18	Подача сигнала «не отпуск тормоза» на блок сенсорных клавиш Разбор электрического торможения, снятие сигнала с КЭБ Разрешить возможность сбора электрического торможения Включение автоматической подсыпки песка Выключение автоматической подсыпки песка
ДД2 (БИО)	Контроль давления в питательной магистрали. Автоматическое возобновление работы компрессора	0,75 0,9	Включение компрессора Выключение компрессора
ДД3 (БИО), ДД4 (БИО),	Контроль давления в тормозных цилиндрах каждой тележки, соответственно	Выше 0,04 От 0,13 до 0,15 Ниже 0,05 От 0,28 до 0,32 Ниже 0,18	Подача сигнала «не отпуск тормоза» на блок сенсорных клавиш Разбор электрического торможения, снятие сигнала с КЭБ Разрешить возможность сбора электрического торможения Включение автоматической подсыпки песка Выключение автоматической подсыпки песка

ДД5 (БИО) ДД6 (БТО)	Контроль давления перед реле давления БИО, проверка правильности настройки редуктора Ред2 (БТО) (высокая ступень торможения)	$0,58 \pm 0,01$	При диагностировании проверка Ред2 (БТО)
ДД4 (БТО)	Схема замещения, проверка правильности настройки редуктора Ред4 (БТО) (ограничение давления схемы замещения)	$0,58 \pm 0,01$ —	При диагностировании проверка Ред4 (БТО). Управление вентилями ВТ и ВО схемы замещения
ДД2 (БТО)	Магистраль восстановления поверхности катания, проверка правильности настройки редуктора Ред3 (БТО) (ограничение давления МВПК)	$0,32 \pm 0,01$	При диагностировании проверка Ред3 БТО). Сигнализация включения ВПК
ДД1 (БТО)	Проверка правильности настройки редуктора Ред1 (БТО) (ограничение давления прямодействующего тормоза)	$0,40 \pm 0,01$	При диагностировании проверка Ред1 (БТО)
ДД3 (БТО)	Контроль давления после ВР	—	Контроль импульса от воздухораспределителя
ДД5 (БТО)	Контроль давления в магистрали ЦСТ. Проверка правильности настройки редуктора Ред5 (БТО)	$0,52 \pm 0,01$ От 0 до 0,52	При диагностировании проверка Ред5 (БТО). Контроль текущего давления в магистрали стояночного тормоза
ДД1 (БИ1), ДД2 (БИ1), ДД3 (БИ1)	Контроль работы прямодействующего тормоза. Проверка правильности настройки редуктора Ред (БИ1) (ограничение давления дистанционного прямодействующего тормоза)	$0,40 \pm 0,01$	При диагностировании проверка Ред (БИ1)

1	2	3	4
ДД (БПО)	Контроль давления в магистрали пневматических аппаратов. Проверка правильности настройки редуктора Ред (ПО) (магистраль ПО)	$0,70 \pm 0,01$	При диагностировании проверка Ред (ПО)
ДД (БИ2)	Контроль работы ЭПК 151-Д.10	От 0 до 0,50	Датчик передает на исполнительный блок информацию о давлении в канале ЭПК
ДД1 (БЭПП)	Контроль давления в УР	От 0 до 0,50	Сигнал для внутреннего использования УКТОЛ
ДД2 (БЭПП)	Контроль давления в ТМ	От 0 до 0,50	Сигнал для внутреннего использования УКТОЛ

**Тяговые характеристики для исполнения электровоза  
с конструкционной скоростью 160 км/ч**

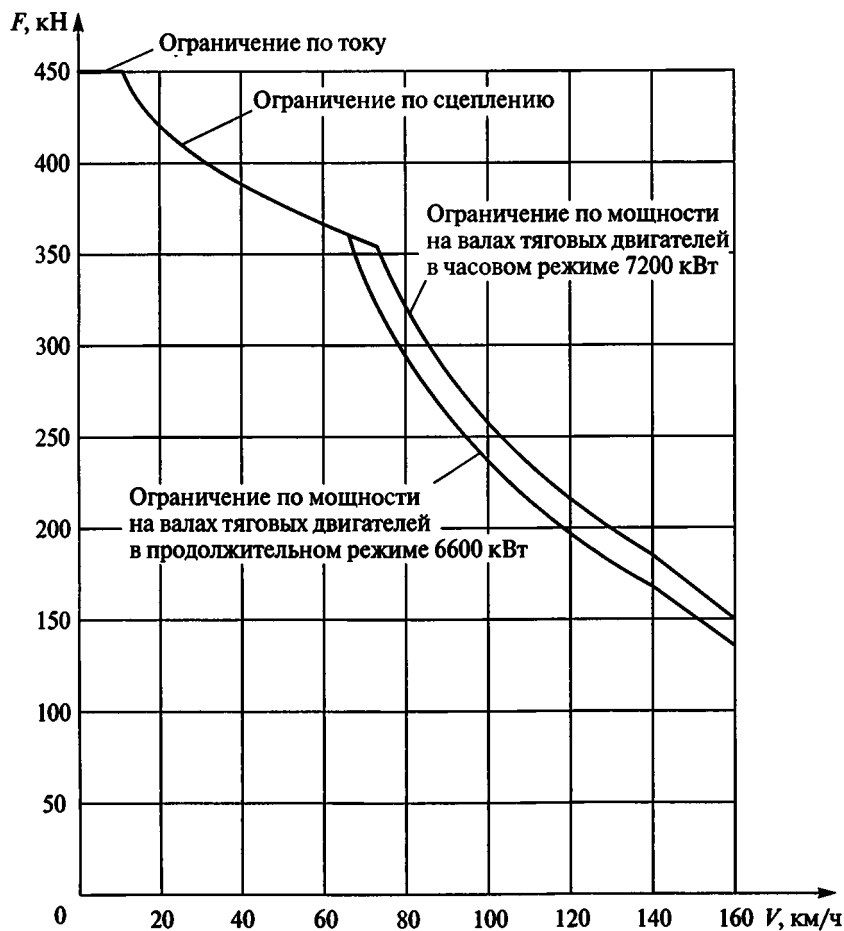


Рис. П1.  $V$  — скорость электровоза;  $F$  — сила тяги электровоза

**Тяговые характеристики для исполнения электровоза  
с конструкционной скоростью 200 км/ч**

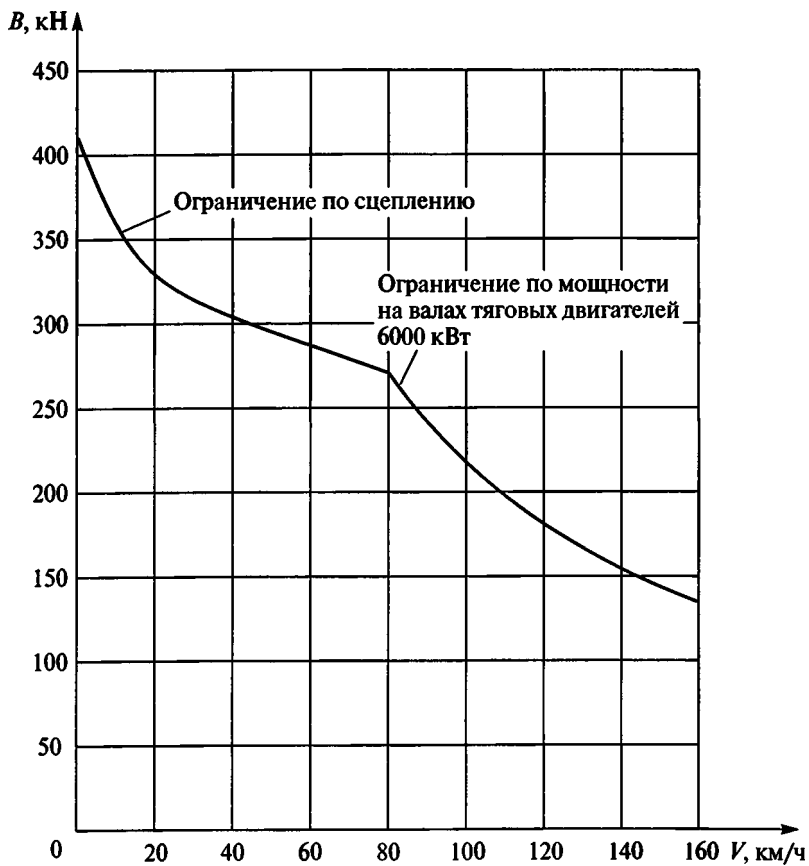


Рис. П2.  $V$  — скорость электровоза;  $F$  — сила тяги электровоза



**Тормозные (рекуперативные) характеристики для исполнения электровоза с конструкционной скоростью 160 км/ч**

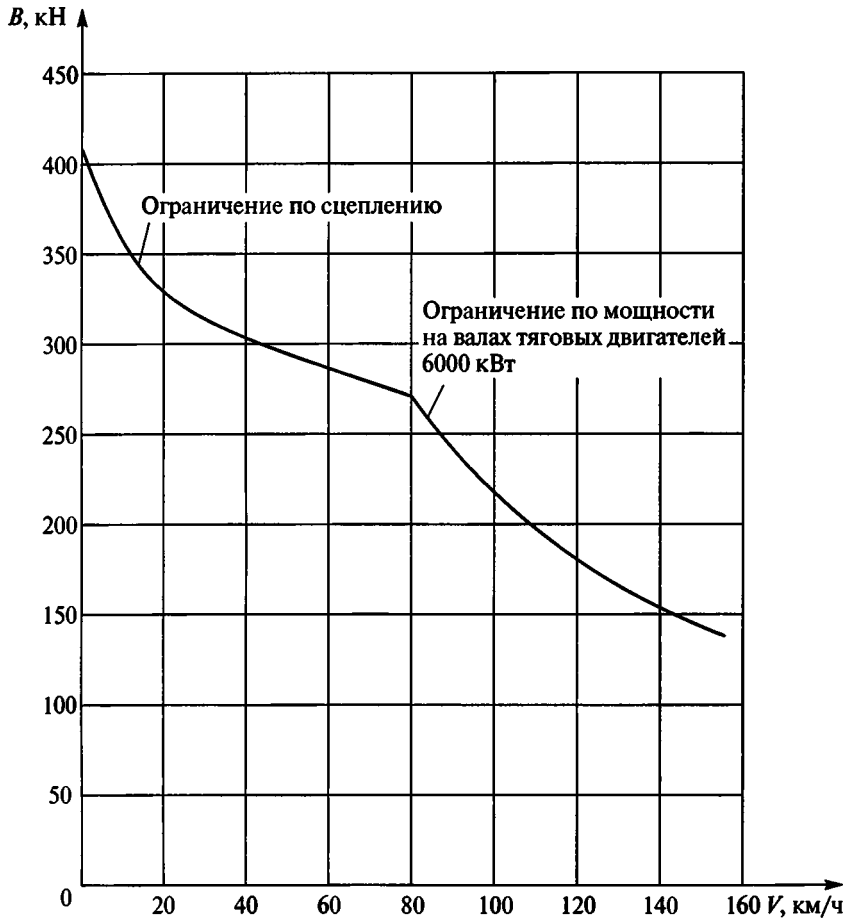


Рис. ПЗ.  $V$  — скорость электровоза;  $B$  — тормозная сила электровоза

**Тормозные (рекуперативные) характеристики для исполнения электроваза с конструкционной скоростью 200 км/ч**

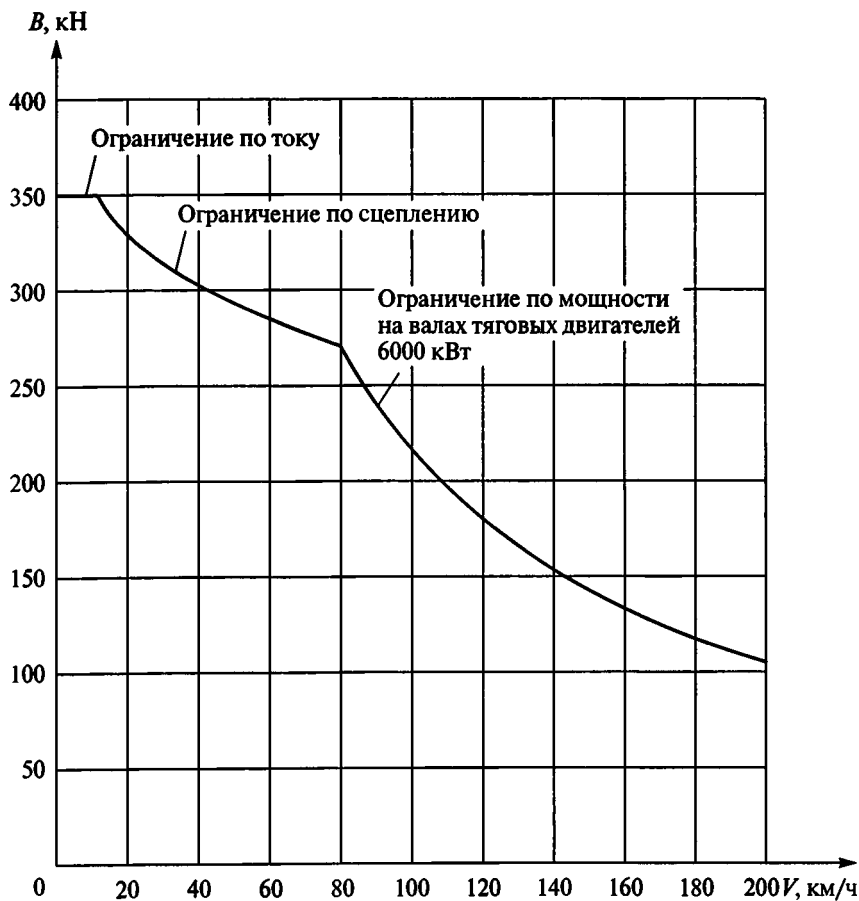


Рис. П4.  $V$  — скорость электроваза;  $B$  — тормозная сила электроваза

**Тормозные (реостатные) характеристики для исполнения электровоза с конструкционной скоростью 160 км/ч**

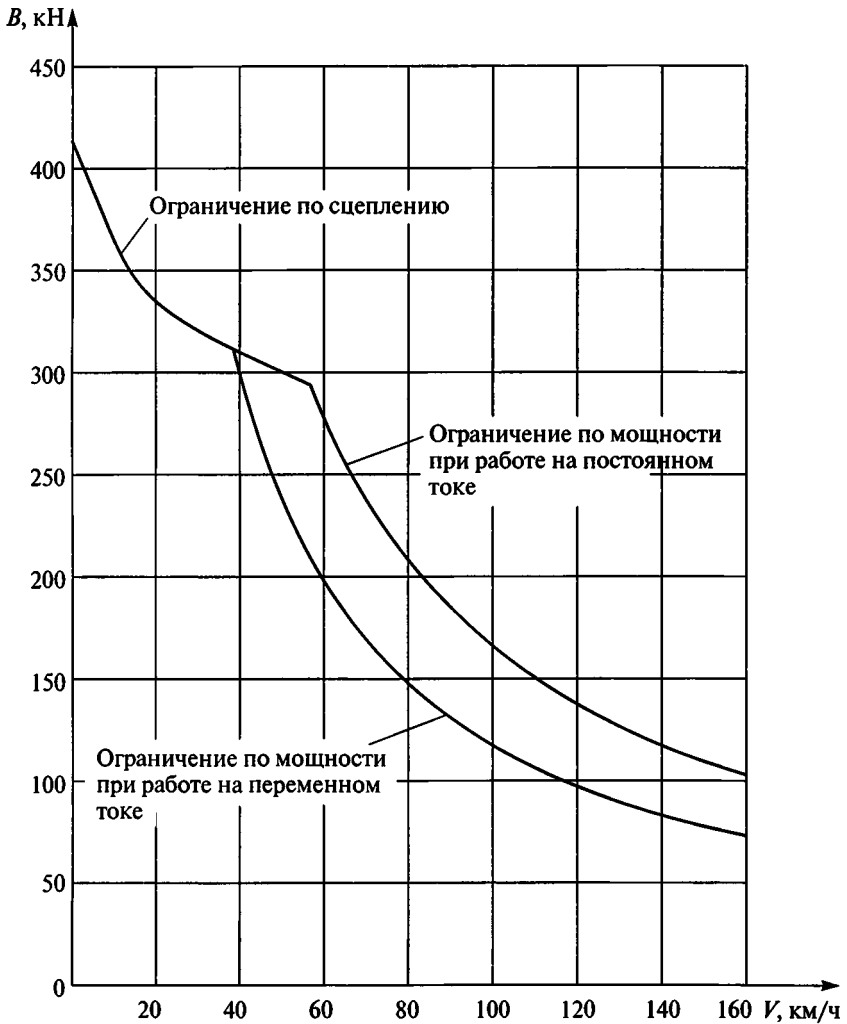


Рис. П5.  $V$  — скорость электровоза;  $B$  — тормозная сила электровоза

**Тормозные (реостатные) характеристики для исполнения электровоза с конструкционной скоростью 200 км/ч**

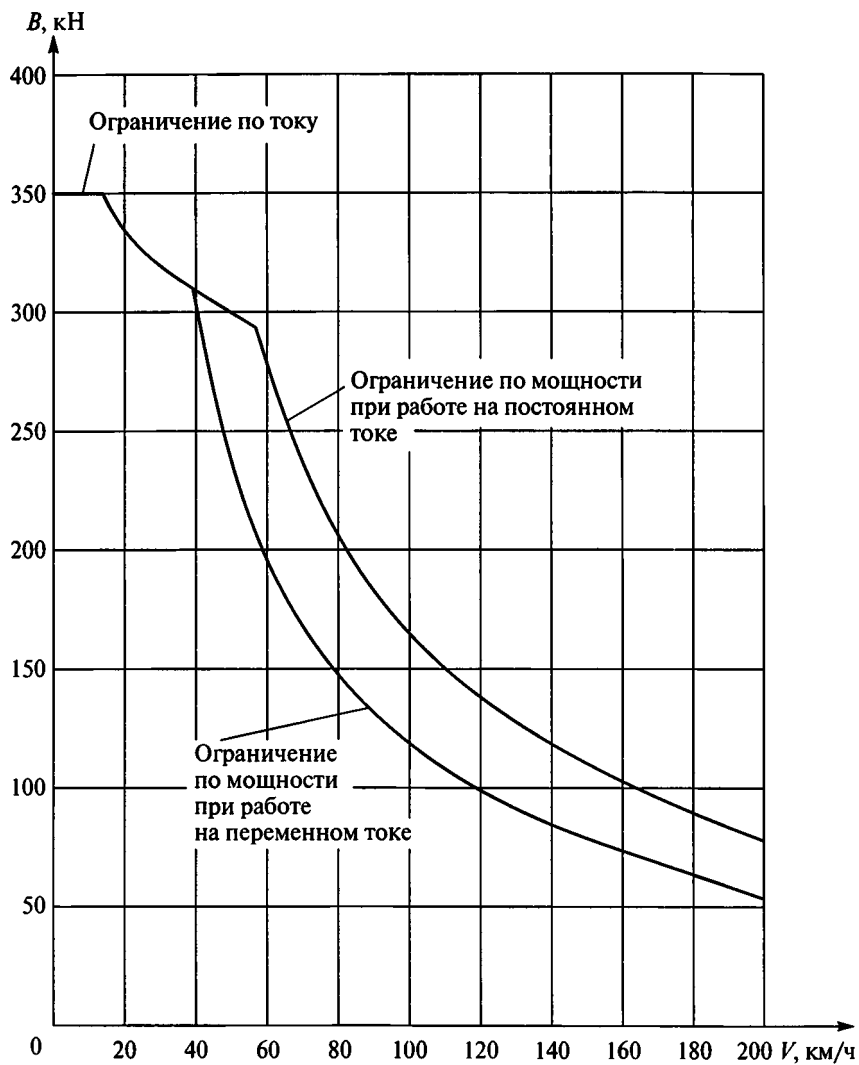


Рис. П6.  $V$  — скорость электровоза;  $B$  — тормозная сила электровоза

**Тяговая характеристика электровоза ЭП20 (исп. 160 км/ч) и характеристики сопротивления движению для 17 вагонов**

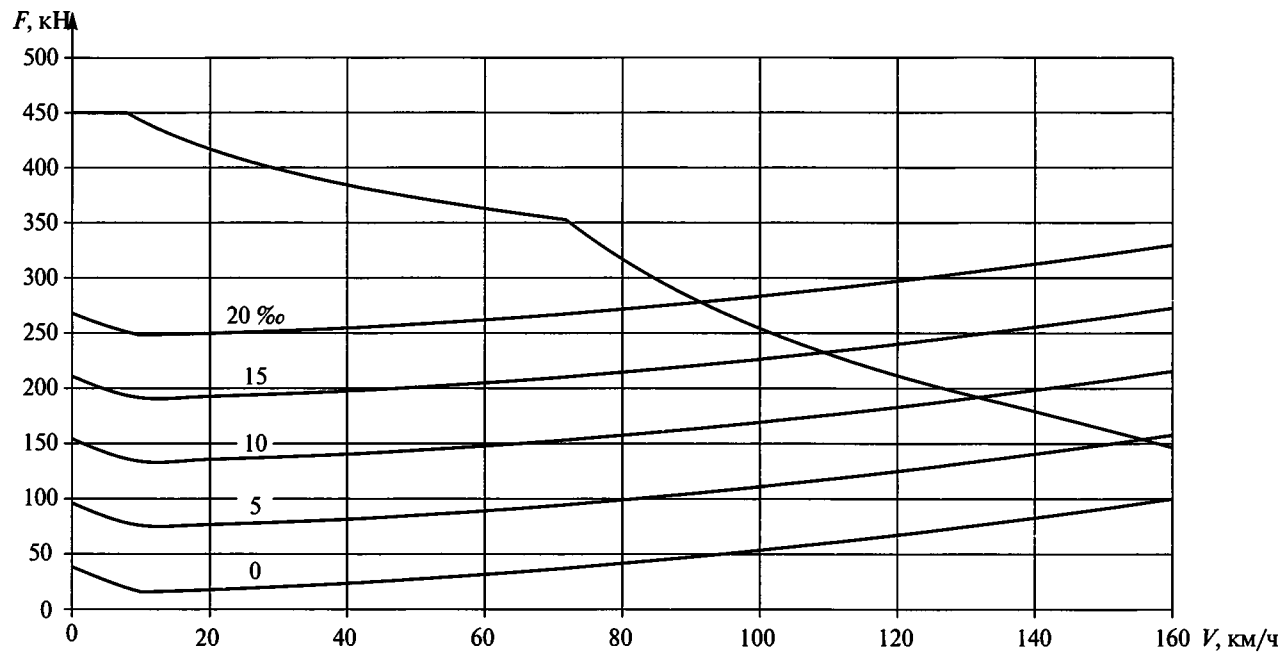


Рис. П7

**Тяговая характеристика электровоза ЭП20 (исп. 200 км/ч) и характеристики сопротивления движению при движении по бесстыковому пути для 17 вагонов**

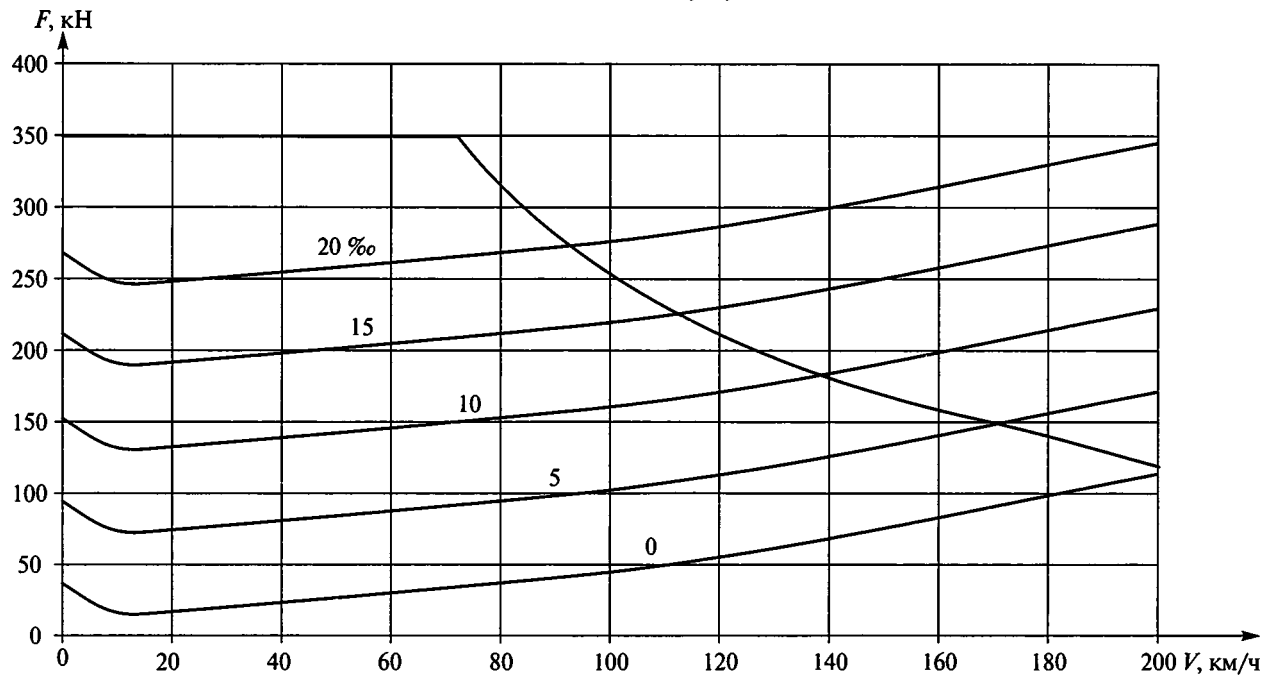


Рис. П8

**Тяговая характеристика электровоза ЭП20 (исп. 160 км/ч) и характеристики сопротивления движению для 24 вагонов**

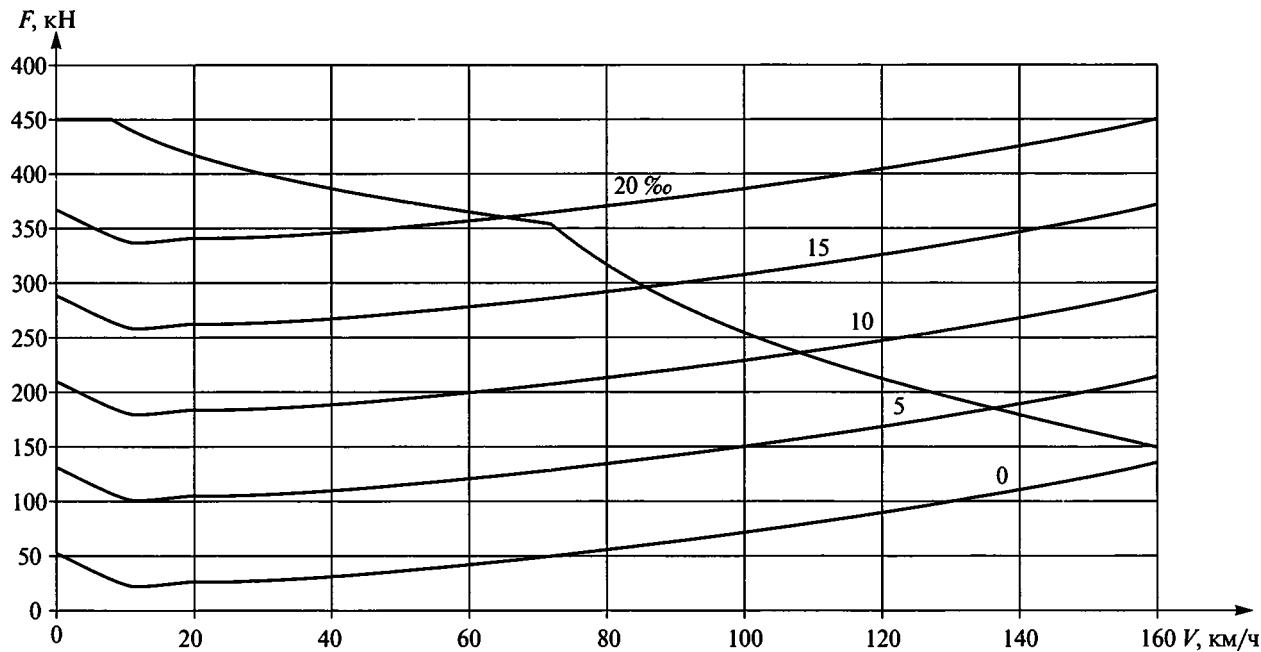
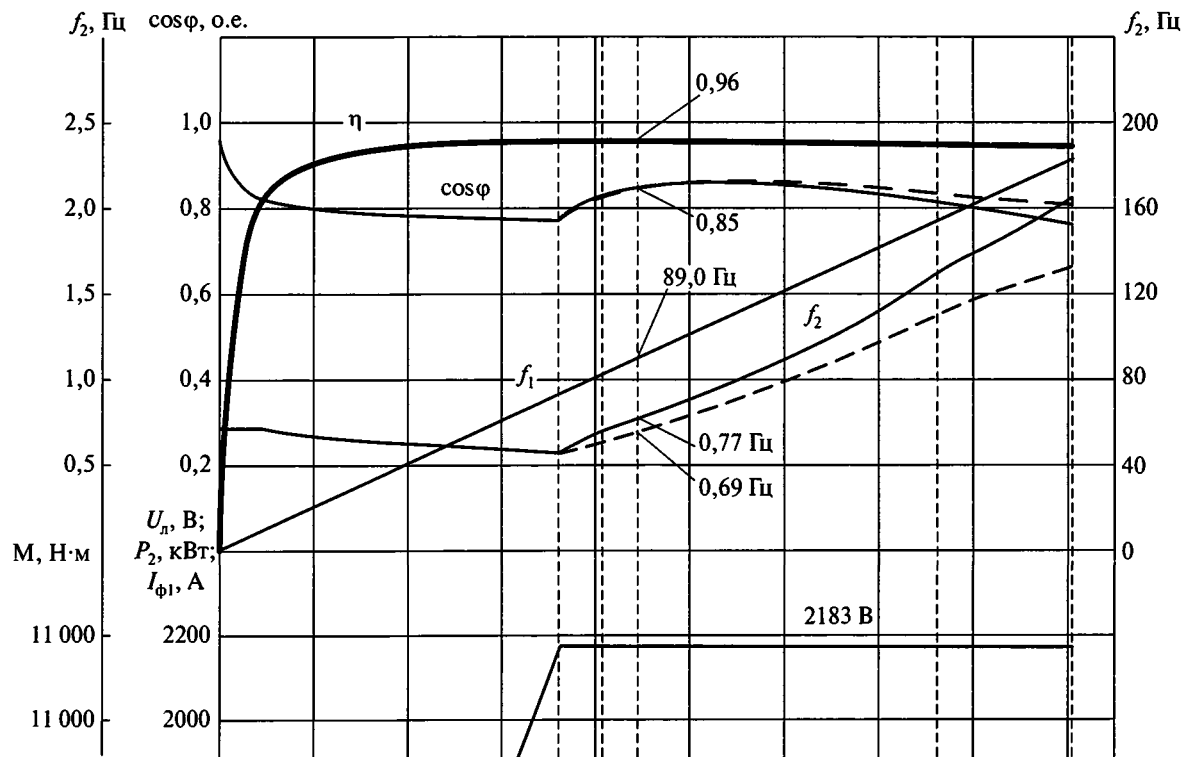


Рис. П9

## Основные графические характеристики двигателя тягового асинхронного ДТА-1200





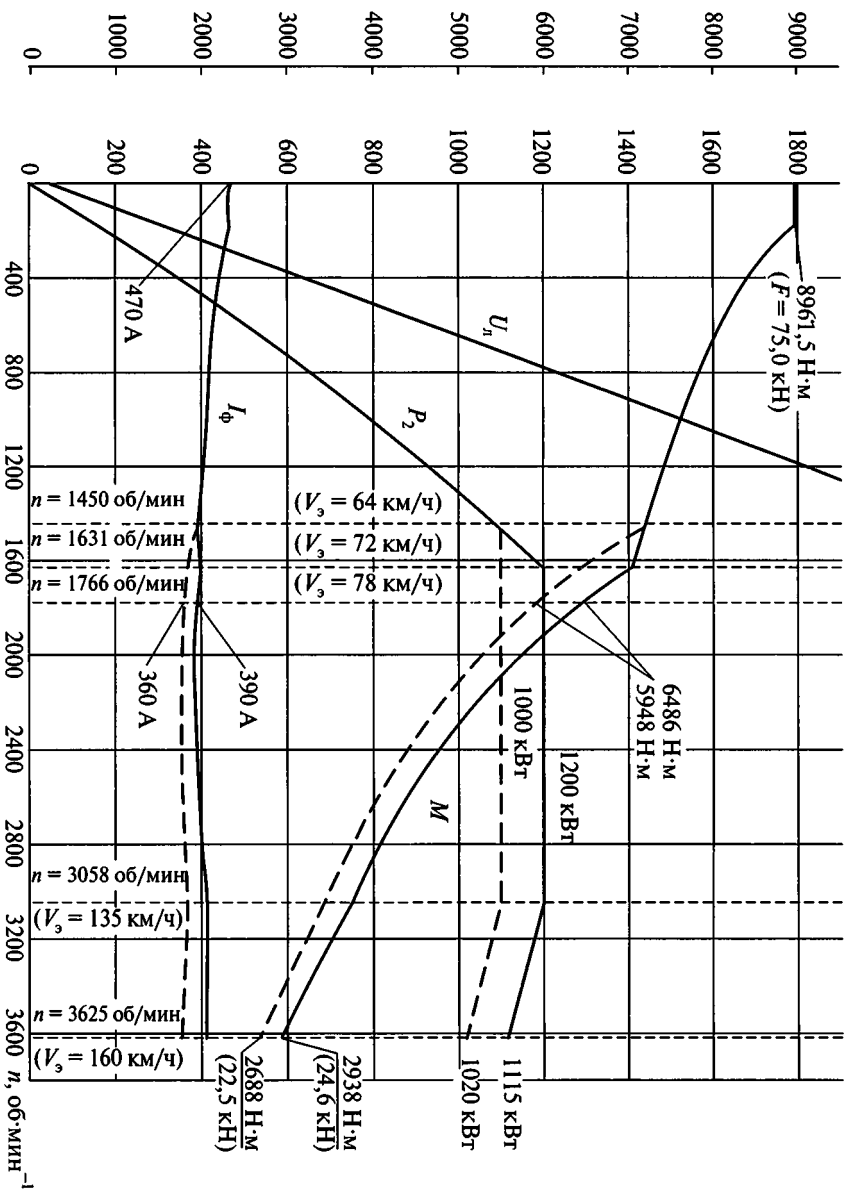


Рис. П10. — часовой режим; — — продолжительный режим

**Устройства защиты силовых и вспомогательных цепей электровоза ЭП20 и пределы их срабатываний по напряжению и по току, с блокирующими функциями СУО**

Высоковольтная сторона силовой цепи	Выявляемая неисправность	Датчик, используемый для контроля		Контролируемый порог		Действия СУО после обнаружения неисправности
		Наименование ТМХ	Наименование АТСА	Мониторинг ТМХ	Мониторинг АТСА	
1	2	3	4	5	6	7
Уровень токоприемника	Перегрузка по напряжению питания переменным током 25 кВ	ТЗ	TF1-PP	30,5 кВ скв./6,2 мс	Порога нет (определения ГОСТ)	Размыкание главного автоматического выключателя QF11/DJ (M). Подавление CVE
		—	TF3-PP		При тяге: максимальное напряжение контактной сети — 29200 В минимальное напряжение контактной сети — 18800 В. При торможении: максимальное напряжение контактной сети — 29200 В минимальное напряжение контактной сети — 18800 В	Подавление CVE. Выход тягового усилия заблокирован, подавление CVE и вспомогательной системы. Тяговая система, РМСF и вспомогательная система автоматически возобновляют работу после восстановления нормальной величины напряжения контактной сети

1	2	3	4	5	6	7
Уровень токоприемника	Перегрузка по напряжению питания переменным током 25 кВ	—	TF3-PP		Максимальная частота контактной сети — 51,5 Гц. Минимальная частота контактной сети — 48,5 Гц	Подавление CVE
	Перегрузка по току в первичной цепи тягового трансформатора	TA-14	TFI-CE	900 А пик/20 мс		Размыкание главного автоматического выключателя QF11/DJ(M)
		T2	TFI-QLM/QLM		1650 А/макс. задержка 30 мс	Размыкание главного автоматического выключателя QF11/DJ(M)
	Перегрузка по напряжению питания постоянным током 3 кВ	TV1	CA (U) CE	4550 В/1 мс		Размыкание главного автоматического выключателя QF2/DJ(C)
	Перегрузка по напряжению на переключке постоянного тока 3 кВ	TV1 (в тяговом преобразователе)	CA(U)ON D		Пороговое значение 1: 4120 В Пороговое значение 2: 4270 В Пороговое значение 1: 4490 В	<b>Порог 1:</b> импульс закорачивающей переключки <b>Порог 2:</b> выключение инвертора вплоть до снижения напряжения до номинального значения

1	2	3	4	5	6	7
Уровень токоприемника						<b>Порог 3:</b> выключение инвертора и размыкание главного автоматического выключателя
	Перегрузка по току на входе постоянного тока 3 кВ	TA1	CA (I) CE	3800F/1 мс		Размыкание главного автоматического выключателя QF2/DJ(C)
		QF2	CA1(I)CV E		4000 A/5—10 мс	Размыкание главного автоматического выключателя QF2/DJ(C)
	Мониторинг срыва токоприемника под нагрузкой, при питании от контактной сети 25 кВ переменного тока или 3 кВ постоянного тока	TV1	CA(U)ON D		Время сохранения подавления = 0,5 с	Подавление CVE на 0,5 с

1	2	3	4	5	6	7
Уровень токоприемника	Мониторинг срыва токоприемника без нагрузки, при питании от контактной сети 25 кВ переменного тока	TV1	CA(U)ON D		Нижний порог: 2200 В. Время сохранения подавления = 1 с	Подавление CVE на 1 с
	Мониторинг срыва токоприемника без нагрузки, при питании от контактной сети 25 кВ постоянного тока	TV1	CA(U)ON D		Время сохранения подавления = 0,5 с	Подавление CVE на 0,5 с
Уровень высоковольтного соединения линии обогрева	Перегрузка по напряжению на линии обогрева в контактной цепи переменного тока	TV5	CA(U)AUX	3600 В/1 мс	Не применимо	Размыкание главного автоматического выключателя QF11/DJ(M)

1	2	3	4	5	6	7
Уровень высоковольтного соединения линии обогрева	Перегрузка по напряжению на линии обогрева в контактной цепи постоянного тока	TV5	CA(U)AUX	4550 В/1 мс		Размыкание главного автоматического выключателя QF2/DJ(C)
	Перегрузка по току на линии обогрева в контактной цепи переменного тока	TA5	CA(I)AUX	707 А/1 мс		Размыкание главного автоматического выключателя QF11/DJ(M)
	Перегрузка по току на линии обогрева в контактной цепи постоянного тока	TA5	CA(I)AUX	650 А/1 мс		Размыкание главного автоматического выключателя QF2/DJ(C)
Уровень тяговой обмотки и блока дросселей	Соединение с «землей» вторичной обмотки тягового трансформатора		CA1(I)1TFP/ CA2(I)2TFP		$0,043 \cdot U_{\text{cat}}$ в течение 500 мс. В скользящем окне 1,5 с после замыкания главного автоматического выключателя	Главный автоматический выключатель разомкнут и изолирован. Ось изолирована

1	2	3	4	5	6	7
Уровень тяговой обмотки и блока дросселей	Размыкание одной фазы тягового трансформатора		CA(U)ON D		<p><b>Порог 1:</b>  <math>(U_{cat} * 0,011)</math>  и <math>U_f &gt; 150 \text{ В}</math></p> <p><b>Порог 2:</b>  <math>U_f &lt; 700 \text{ В}</math></p>	<p><b>Порог 1:</b>  немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут.</p> <p><b>Порог 2:</b>  немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут.</p> <p>Учтенная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована</p>
	Тепловая защита трансформатора (исходя из температуры масла)		Термостат, В20, РТ100, В18, В19		<p>Порог значения термостата: 140 °С.</p> <p>Пороги в ПО для термопары РТ100: 128 °С, 131 °С, 134 °С, 135 °С</p>	<p><b>Порог 1:</b> снижения мощности нет.</p> <p><b>Порог 2:</b> линейное снижение мощности от 100 % при 128°С до 90 % при 131 °С.</p> <p><b>Порог 3:</b> линейное снижение мощности от 90 % при 131 °С до 70 % при 134 °С.</p>

1	2	3	4	5	6	7
Уровень тяговой обмотки и блока дросселей	Тепловая защита трансформатора (исходя из температуры масла)		Термостат, B20, PT100, B18, B19		Порог значения термостата: 140 °С. Пороги в ПО для термопары PT100: 128 °С, 131 °С, 134 °С, 135 °С	<b>Пороги 4 и 5:</b> размыкание и изоляция главного автоматического выключателя QF11/DJ(M)
	Тепловая защита блока дросселей (исходя из температуры масла)		Термостат, B20, PT100, B18, B19		Порог значения термостата: 140 °С. Пороги в ПО для термопары PT100: 128 °С, 131 °С, 134 °С, 135 °С	<b>Порог 1:</b> снижения мощности нет. <b>Порог 2:</b> линейное снижение мощности от 100 % при 128 °С до 90 % при 131 °С. <b>Порог 3:</b> линейное снижение мощности от 90 % при 131 °С до 70 % при 134 °С. <b>Пороги 4 и 5:</b> размыкание и изоляция главного автоматического выключателя QF11/DJ(M)
	Датчик уровня масла в тяговом трансформаторе		Датчик уровня масла B10		Время 10 с	Главный автоматический выключатель разомкнут и изолирован



1	2	3	4	5	6	7
Уровень тяговой обмотки и блока дросселей			Датчики расхода масла В11 и В12		Время 30 с	<p><b>Порог 1:</b> при отказе одного масляного насоса мощность снижается на 30 %. После восстановления работы масляных насосов автоматически возобновляется нормальная работа системы.</p> <p><b>Порог 2:</b> При отказе двух масляных насосов: главный автоматический выключатель разомкнут. После восстановления работы масляных насосов и замыкания главного автоматического выключателя, автоматически возобновляется работа системы</p>
	Срабатывание предохранительного клапана тягового трансформатора		Избыточное давление на клапан В16		Время 1 с	Главный автоматический выключатель разомкнут и изолирован

1	2	3	4	5	6	7
Уровень тяговой обмотки и блока дросселей	Срабатывание предохранительного клапана блока дросселей		Избыточное давление на клапан В16		Время 1 с	Главный автоматический выключатель разомкнут и изолирован
Другие защитные средства	Перегрузка по току на входе тягового преобразователя контактной сети переменного тока	TA1 и TA2	CA1(I)CVE и CA2(I)CVE		Порог 1: 1875 А Порог 2: 2040 А	Порог 1: немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут. Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована Порог 2: немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована

1	2	3	4	5	6	7
Другие защитные средства	Перегрузка по току на входе тягового преобразователя контактной сети постоянного тока	TA1 и TA2	CA1(I)CVE и CA2(I)CVE		Порог 1: 1330 А Порог 2: 1400 А	Порог 1: немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут. Учтенная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована Порог 2: немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут. Учтенная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована
	Короткое замыкание на шине постоянного тока		CA(U)ON D		Порог 1: $(U_{ca}^{*0,011})$ и $\bar{U}_f > 150 \text{ В}$	Порог 1: немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут

1	2	3	4	5	6	7
Другие защитные средства	Короткое замыкание на шине постоянного тока		CA(U)ON D		<b>Порог 2:</b> $U_f < 700 \text{ В}$	<b>Порог 2:</b> немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут. Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована
	Тепловая защита тягового преобразователя (исходя из температуры воды в охлаждающем контуре)		R (TPE)		75 °C в течение 5 с; 70 °C 55 °C  40 °C	1. Ось изолирована 2. Снижение мощности 3. Увеличение скорости моторного блока 4. Увеличение скорости моторного блока
	Дифференциальная защита линии постоянного тока с контактной сетью 25 кВ переменного тока	TA6	CA(I)DIFF		200 А/20 мс	Первая неисправность: подавление входного преобразователя и размыкание QF11/DJ(M). Вторая неисправность менее чем за 5 мин: тяговый преобразователь изолирован (размыкание K1/C (IS)PMCF)

1	2	3	4	5	6	7
Другие защитные средства	Дифференциальная защита линии постоянного тока с контактной сетью 3 кВ постоянного тока	TA2/TA6	CA2(I)CVC/ CA(I)DIFF		200 А/100 мс	Первая неисправность: подавление входного преобразователя и размыкание QF2/DJ(C). Вторая неисправность менее чем за 5 мин: тяговый преобразователь изолирован (размыкание K1/C (IS)E)
	Перегрузка по току на выходе тягового преобразователя	TA4 и TA5 Тяговый преобразователь	CA1(I)ON D CA2(I)ON D		<b>Порог 1:</b> 1350 А <b>Порог 2:</b> 1600 А	<b>Порог 1:</b> немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут. Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована <b>Порог 2:</b> немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут. Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована

1	2	3	4	5	6	7
Тяговый двигатель	Соединение с «землей» одной фазы двигателя		Состояние БТИЗ		—	Размыкание главного автоматического выключателя. Две неисправности с интервалом меньше 5 мин: ось изолирована
	Размыкание одной фазы двигателя		CA1(I)ON D CA2(I)ON D		<b>Порог 1:</b> 1350 A <b>Порог 2:</b> 1600 A	<b>Порог 1:</b> немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут. Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована <b>Порог 2:</b> немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут. Учетная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована

1	2	3	4	5	6	7
Тяговый двигатель	Короткое замыкание между двумя фазами		CA1(I)ON D CA2(I)ON D		<p><b>Порог 1:</b> 1350 А</p> <p><b>Порог 2:</b> 1600 А</p>	<p><b>Порог 1:</b> немедленное обнаружение неисправности: ось изолирована и главный автоматический выключатель разомкнут. Учтенная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована</p> <p><b>Порог 2:</b> немедленное обнаружение неисправности: главный автоматический выключатель разомкнут. Учтенная неисправность (вторая неисправность менее чем за 5 мин): ось изолирована</p>
	Перегрев тягового двигателя	Датчики температуры		Параметры ТРТранс		<p><b>Порог 1:</b> снижение мощности на 15 %.</p> <p><b>Порог 2:</b> соответствующая ось изолирована</p>
			Нет датчика. Тепловая модель тягового двигателя, реализованная в TCU		<p>1:160 °C</p> <p>1:200 °C</p>	<p>1. Нет действий (информирование).</p> <p>2. Ось заблокирована</p>

1	2	3	4	5	6	7
Тормозной резистор	Мониторинг тормозного резистора	ТА3	CA1(I)H		1: > 700 °C 2: < 5 A	1. Выключение электрического торможения. 2. Нет действий (регистрация события в TCU для информации)
	Соединение с «землей» контакта «+» тормозного резистора (короткое замыкание модулятора)					
	Соединение с «землей» тормозного резистора (короткое замыкание некоторых внутренних элементов)	ТА3	CA1(I)H		1: > 700 °C 2: < 5 A	1. Выключение электрического торможения. 2. Нет действий (регистрация события в TCU для информации)



1	2	3	4	5	6	7
Вспомогательная цепь	Межфазное короткое замыкание на выходе переменного тока (Rx3, Sx3, Tx3)		TFI-TF-x-CVSy (x = R или S, или T; y = 1 или 2, или 3, или 4)		1190 А	Соответствующий инвертор заблокирован. Затем он запускается в режиме ограничения тока в течение 10 с. Пока присутствует неисправность, вспомогательный инвертор остается заблокированным. Затем второй инвертор перенастраивается для работы в резервном режиме для питания всех нагрузок. Тяговая система работает нормально
	Замыкание на «землю» одной фазы на выходе переменного тока (Rx3, Sx3, Tx3)		TFI-TF-x-CVSy (x = R или S, или T; y = 1 или 2, или 3, или 4)		1190 А	Соответствующий инвертор заблокирован. Затем он запускается в режиме ограничения тока в течение 10 с. Пока присутствует неисправность, вспомогательный инвертор остается заблокированным. Затем второй инвертор перенастраивается для работы в ре-

1	2	3	4	5	6	7
Вспомогательная цепь						резервном режиме для питания всех нагрузок. Тяговая система работает нормально
	Короткое замыкание на «землю» вывода «+» шины трехфазного инвертора (любого)					
	Контакт между фазами на выходе переменного тока (Rx3, Sx3, Tx3)		TFI-TF-x-CVSy (x = R или S, или T; y = 1 или 2, или 3, или 4)		1190 А	Соответствующий инвертор заблокирован. Затем он запускается в режиме ограничения тока в течение 10 с. Пока присутствует неисправность, вспомогательный инвертор остается заблокированным. Затем второй инвертор перенастраивается для работы в резервном режиме для питания всех нагрузок. Тяговая система работает нормально

1	2	3	4	5	6	7
Вспомогательная цепь	Пропадание напряжения одной из фаз		TFI-TF-x-CVSy (x = R или S, или T; y = 1 или 2, или 3, или 4)			Соответствующий инвертор заблокирован. Затем второй инвертор перенастраивается для работы в резервном режиме для питания всех нагрузок. Тяговая система работает нормально
	Блокировка одного из двигателей		TFI-TF-x-CVSy (x = R или S, или T; y = 1 или 2, или 3, или 4)		1190 A	В случае тока короткого замыкания последовательно запускаются вспомогательные нагрузки. При запуске соответствующего вентилятора тяги обнаруживается короткое замыкание. Вспомогательный инвертор перезапускается, затем соответствующий вентилятор тяги изолируется его тепловым реле. Поведение зависит от тока. Если ток ниже порога обнаружения тока CVS, защита обеспечивается только при помощи теплового реле. Если тепловое реле настроено неправильно, ошибка может вызвать изоляцию CVS

Краткое описание сбоев системы управления (прекращение работоспособности и реагирования на команды машиниста)	Название системы/подсистемы СУЭ	Действия локомотивной бригады при зависаниях отдельных компонентов СУЭ	Поведение компонентов системы управления электровоза при зависаниях	Схема резервирования	Влияние на сохранение информации	Время перезагрузки компонентов СУЭ
1	2	3	4	5	6	7
Невозможно сменить главный кадр БИМ или перейти на другой кадр. Зависание ПО блока индикации	КСУД	Произвести перезапуск СУЭ	Нет действия	Не применено	Потеря данных по основным и резервным каналам CAN на время перезагрузки	Не более 90 с
Нет связи по резервным каналам CAN. На cadre «Система управления» канал CAN08 будет подсвечен красным цветом	КСУД	Не требуется	Нет действия	Работает только резервный БУЭ (А71)	Обмен данными происходит по основным каналам CAN	Перезагрузка не требуется
Нет связи по резервным каналам CAN. На cadre «Система управления» канал CAN07 будет подсвечен красным цветом	КСУД	Не требуется	Нет действия	Работает только основной БУЭ (А70)	Обмен данными происходит по резервным каналам CAN	Перезагрузка не требуется
Нет связи по всем основным и резервным каналам CAN. Кадр диагностики «Система управления». Оба БУЭ (А70 и А71) подсвечены серым цветом. Каналы CAN07 и CAN08 подсвечены красным	КСУД	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действия	Не применено	Потеря данных по основным и резервным каналам CAN на время перезагрузки	Не более 90 с

1	2	3	4	5	6	7
Потеря связи с Регистратором по основным и резервным каналам	КСУД	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит ББР (А72)	Не применено	Потеря регистрируемых данных по основным и резервным каналам CAN на время перезагрузки	Не более 60 с
Потеря связи с Регистратором по основным или резервным каналам	КСУД	Не требуется	Применено дублирование каналов связи	Работают только основные или резервные каналы связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Потеря связи по основному или резервному каналу БУЭ—БУО	КСУД	Не требуется	Нет действия	Работают только основные или резервные каналы связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Потеря связи по обоим каналам CAN БУЭ—БУО	КСУД	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с
Нет связи с БПЦУ	БПЦУ	Полный перезапуск БПЦУ и СУЭ	Система управления не получает питания	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с

1	2	3	4	5	6	7
Нет связи с БПЦУ по основному или резервному каналу	БПЦУ	Не требуется	Применено дублирование каналов связи	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Нет связи с СТК	СТК	Требуется перезапуск системы	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 7 с
Нет связи с СТК по основному или резервному каналу	СТК	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Нет связи с БУТС	БУТС	Требуется перезапуск системы	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 7 с
Нет связи с БУТС по основному или резервному каналу	БУТСУ	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется

1	2	3	4	5	6	7
Нет связи с УОКРТ	УОКРТ	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит систему	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 7 с
Нет связи с УОКРТ по основному или резервному каналу	УОКРТ	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Нет связи с СЭПТ	СЭПТ	Требуется перезапуск системы	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 7 с
Нет связи с БАРС-6М	БАРС-6М	Требуется перезапуск системы	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 7 с
Нет связи с БАРС-6М по основному или резервному каналу	БАРС-6М	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется

1	2	3	4	5	6	7
Нет связи с УСABП	УСАВП	Требуется перезапуск системы	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 7 с
Нет связи с УСABП по основному или резервному каналу	УСАВП	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи		Перезагрузка не требуется
Нет связи с БДВ	БДВ	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с
Нет связи с БДВ по основному или резервному каналу	БДВ	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Нет связи с КМБ2	КМБ2	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с



1	2	3	4	5	6	7
Нет связи с КМБ2 по основному или резервному каналу	КМБ2	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Нет связи с COM	COM	Требуется перезапуск системы	Нет действия	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 10 с
Нет связи с COM по основному или резервному каналу	COM	Не требуется	Нет действия	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Потеря связи с модулем расширения канала	МРК	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 2 с
Потеря связи с модулем периферийного контроллера	МПК	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 2 с

1	2	3	4	5	6	7
Блок индикации многофункциональный	БИМ	Не требуется. Если в течение 15 с не произошло автоматического перезапуска БИМ, произвести перезапуск СУЭ вручную	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Дублирование основных данных главного кадра БИМ на БИЛ-УМВ	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с
Потеря связи с модулем защит	МЗ	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 2 с
Потеря связи с модулем аналоговых сигналов	МАС	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 2 с
Потеря связи с модулем ввода дискретных сигналов	МВВ	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 2 с

1	2	3	4	5	6	7
Модуль питания	МП	Не требуется	Нет действий	Не применимо	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Потеря связи с модулем релейных сигналов	МРС	Не требуется	Сторожевой таймер автоматически перезагрузит модуль	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному каналу CAN	Не более 2 с
Нет с связи с БУТП	БУТП	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действий	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с
Нет с связи с БУТП по основному или резервному каналу	БУТП	Не требуется	Нет действий	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется
Нет с связи с КТО	КТО	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действий	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с
Нет с связи с КТО по основному или резервному каналу	КТО	Не требуется	Нет действий	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется

1	2	3	4	5	6	7
Нет с связи с БУ БЛОК	БУ БЛОК	Требуется полная перезагрузка системы управления	Нет действий	Не применимо	Потеря регистрируемых данных по основному или резервному каналу CAN	Не более 90 с
Нет с связи с БУ БЛОК по основному или резервному каналу	БУ БЛОК	Не требуется	Нет действий	Работает только основной или резервный канал связи	Нет потерь	Перезагрузка не требуется

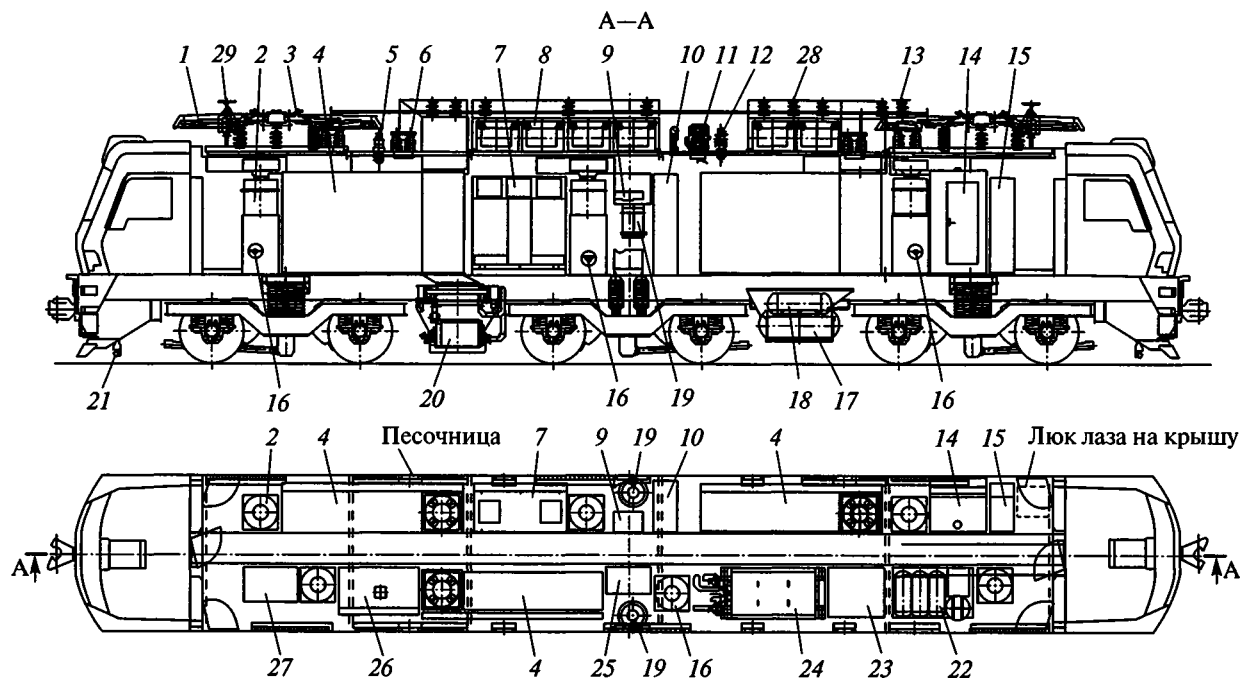


Рис. П13. Расположение оборудования на электровозе

---

## Сокращения и условные обозначения

АБ — аккумуляторная батарея;  
АГС — автоматический гребнесмазыватель;  
АЛСН — автоматическая локомотивная сигнализация;  
АСТ — автоматический стояночный тормоз;  
АЦП — аналогово-цифровой преобразователь;  
БАРС — блок автоматического регулирования скольжения (противоюз);  
БВ — быстродействующий выключатель;  
БД — блок дросселей;  
БДВ — блок дискретного ввода;  
БИ — блок индикации;  
БИ1 — блок исполнительный крана вспомогательного тормоза;  
БИ2 — блок исполнительный ЭПК-151Д;  
БИЛ — блок индикации локомотивный;  
БИО — блок исполнительного оборудования;  
БЛОК — безопасный локомотивный объединенный комплекс;  
БПО — блок пневматического оборудования;  
БПЦУ — блок питания цепей управления;  
БСК — блок сенсорных клавиш;  
БТК — блок термоконтроля;  
БТО — блок тормозного оборудования;  
БТР — блок тормозных резисторов;  
БУО — блок управления оборудованием;  
БУВП — блок управления вспомогательным преобразователем;  
БУГС — блок управления гребнесмазывателем;  
БУТП — блок управления тяговым приводом;  
БУЭ — блок управления электровозом;  
БЭВ — блок электровоздухораспределителя;  
БЭПП — блок электропневматического оборудования;  
ВПр — вспомогательный преобразователь;  
ВР — воздухохораспределитель;  
ГВ — главный выключатель;

ДБ — дисплейный блок;  
ДД — датчик давления;  
ДМ — дисплейный модуль;  
ИПЦУ — источник питания цепей управления;  
КЗ — короткое замыкание;  
КМ — контактор маслососа;  
КМБ — колесно-моторный блок;  
КП — колесная пара;  
КрРШ — кран разобшительный шаровый;  
КСУД — комплексная система управления и диагностики;  
КТО — комплекс тормозного оборудования;  
КТСМ — комплекс технических средств микропроцессорный;  
МАС — модуль аналоговых сигналов;  
МВБО — мотор-вентилятор блока охлаждения;  
МВВ — модуль ввода-вывода;  
МВНК — мотор-вентилятор наддува кузова;  
МВТД — мотор-вентилятор тяговых двигателей;  
МЗ — модуль защит;  
МК — мотор-компрессор;  
МКМ — модуль контроля машиниста;  
МПК — модуль периферийных каналов;  
МРК — модуль расширения каналов;  
МРС — модуль релейных сигналов;  
МСУД — микропроцессорная система управления и диагностики;  
МТО — модуль тормозного оборудования;  
МУСТК — модуль управления системой термоконтроля;  
ПМ — питательная магистраль;  
ПО — программное обеспечение;  
ПРРК — положение ручек разобшительных кранов;  
ПТ — пневматический тормоз;  
ПТР — переключатель рода тока;  
ПУУ — пневматический узел управления;  
РПЛ — регистратор переговоров локомотивный;  
РТ100 — датчик температуры внутри БТК;  
СБД — система безопасности движения, состоящая из безопасного локомотивного объединенного комплекса («БЛОК») и комплекта тормозного оборудования («КТО»);  
СОИ — система отображения информации;

СОМ — система обеспечения микроклимата;  
СТК — система температурного (теплового) контроля;  
СУ — система управления;  
СУЛВУ — система управления локомотивом верхнего уровня;  
СУО — система управления оборудованием;  
СУТП — система управления тяговым приводом фирмы ALSTOM;  
ТД — тяговый двигатель;  
ТМ — тормозная магистраль;  
ТПр — тяговый преобразователь;  
ТСКБМ — телемеханическая система контроля бодрствования машиниста;  
ТПр — тяговый трансформатор;  
ТЦ — тормозной цилиндр;  
УКСПС — устройство контроля схода подвижного состава;  
УОКРТ — устройство определения и контроля рода тока;  
УР — уравнильный резервуар;  
УСАВП — унифицированная система автоведения поезда;  
ЭВ — электрический вентиль;  
ЭПВ — электропневматический выключатель;  
ЭПК — электропневматический клапан;  
ЭПТ — электропневматический тормоз;  
ЭЛ — электровоз;  
ЭТ — электрический тормоз;  
AGTU — компрессорный агрегат включающий приводной двигатель, компрессор, осушку и другое пневматическое оборудование;  
MVB — шина интерфейса тяговой подсистемы;  
LIN — шина интерфейса маневрового контроллера и блока сенсорных клавиш;  
CAN — шина интерфейсов собственно системы управления электровозом, шина интерфейсов СУ с подсистемой БД, подсистемой тормозного оборудования, тяговой подсистемой и шины интерфейсов БУО с оборудованием электровоза.



---

## Список рекомендуемой литературы

1. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ1).  
1 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
2. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ2).  
2 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
3. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ3).  
3 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
4. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ4).  
4 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
5. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ5).  
5 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
6. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ6).  
6 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
7. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ7).  
7 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
8. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ8).  
8 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
9. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ9).  
9 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
10. Руководство по эксплуатации электровоза ЭП20 (ЗТС.085.003РЭ10).  
10 книга / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.
11. Электровоз магистральный ЭП20, схема электрическая принципиальная кабины машиниста (ЗТС.085.003Э3.4), 2 листа / ООО «ПК «НЭВЗ» совместно с ТРТранс, 2013.

## Оглавление

Общие сведения об электровозе ЭП20 .....	3
Глава 1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20 .....	8
1.1. Общие сведения .....	8
1.2. Тележки .....	9
1.3. Кузов металлический .....	33
1.4. Системы охлаждения (вентиляции) .....	41
1.5. Кабина машиниста .....	45
Глава 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20 .....	48
2.1. Электрические машины .....	48
2.2. Трансформаторы и дроссели .....	56
2.3. Преобразователи и блоки .....	71
2.4. Электрические аппараты .....	75
2.5. Электронное оборудование .....	150
2.6. Электрические цепи .....	179
2.7. Расположение оборудования на электровозе .....	265
Глава 3. ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20 .....	268
3.1. Система подготовки сжатого воздуха .....	268
3.2. Тормоза пневматические .....	273
3.3. Цепи вспомогательные .....	283
3.4. Оборудование управления тормозами .....	287
3.5. Пневматическое оборудование управления тормозами .....	302
Приложение 1 .....	317
Приложение 2 .....	318
Приложение 3 .....	319
Приложение 4 .....	320
Приложение 5 .....	321
Приложение 6 .....	322
Приложение 7 .....	323
Приложение 8 .....	324
Приложение 9 .....	325
Приложение 10 .....	326
Приложение 11 .....	328
Приложение 12 .....	346
Приложение 13 .....	355
Сокращения и условные обозначения .....	356
Список рекомендуемой литературы .....	359

*Учебное издание*

Смаглюков Дмитрий Анатольевич

## УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20

*Учебное пособие*

---

Подписано в печать 20.11.2014 г.  
Формат 60×84/16. Печ. л. 22,5. Тираж 500 экз. Заказ 1285.  
ОАО «Российские железные дороги»  
107174, Москва, ул. Новая Басманная, 2  
Тел.: +7 (499) 262-50-25; факс: +7 (499) 262-57-06  
e-mail: suhomlinov@learning.rzd.ru,  
<http://www.learning.rzd.ru>

---



Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»  
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93

[www.oaompk.ru](http://www.oaompk.ru), [www.oalompk.ru](http://www.oalompk.ru) тел. (495) 745-84-28, (49638) 20-685



ISBN 978-5-89035-787-8



9 785890 357878