



Устройство, эксплуатация и ремонт электровозов серии 23С5К

Учебное пособие



И.А. Осинцев, А.А. Логинов

УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОВОЗОВ СЕРИИ 2ЭС5К

Рекомендовано

*ФГАУ «Федеральный институт развития образования»
к использованию в качестве учебного пособия в учебном процессе
образовательных учреждений, реализующих программы НПО
по профессии 14399 «Машинист электровоза».*

*Регистрационный номер рецензии 533
от 20 декабря 2013 г.*

Москва
2014

УДК 629.423.1
ББК 39.232
О-73

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: зам. главного ревизора по безопасности движения Западно-Сибирской железной дороги — филиала ОАО «РЖД» *В.Д. Бобров*; главный технолог локомотивного депо ТЧР-11 *Н.Н. Лощинин*

Осинцев И.А., Логинов А.А.

О-73 Устройство, эксплуатация и ремонт электровозов серии 2ЭС5К: учеб. пособие. — М.: ОАО «Российские железные дороги», 2014. — 465 с.

ISBN 978-5-89035-747-2

Приведены технические характеристики электровозов 2ЭС5К и 3ЭС5К. Рассмотрены устройство и работа механической части электровоза, принцип действия машин постоянного тока, характеристики двигателей. Приведены сведения по устройству и работе различных электрических аппаратов, необходимых для функционирования схемы управления электровозом. Описана работа различных силовых цепей в режиме тяги, а также цепей управления токоприемниками и другими электрическими аппаратами. Большое внимание уделено работе микропроцессорной системы управления оборудованием и его диагностики (МСУД-Н). Рассмотрены устройство и работа пневматического оборудования электровоза. Описан порядок работы крана машиниста № 130 во всех положениях рукоятки крана. Дано описание пневматической схемы электровоза 2ЭС5К с краном машиниста № 395 и № 130.

Предназначено для обучающихся в учебных центрах профессиональных квалификаций железных дорог, а также может быть полезным для специалистов, связанных с ремонтом электроподвижного состава на железнодорожном транспорте.

УДК 629.423.1
ББК 39.232

ISBN 978-5-89035-747-2

© ОАО «Российские железные дороги», 2014

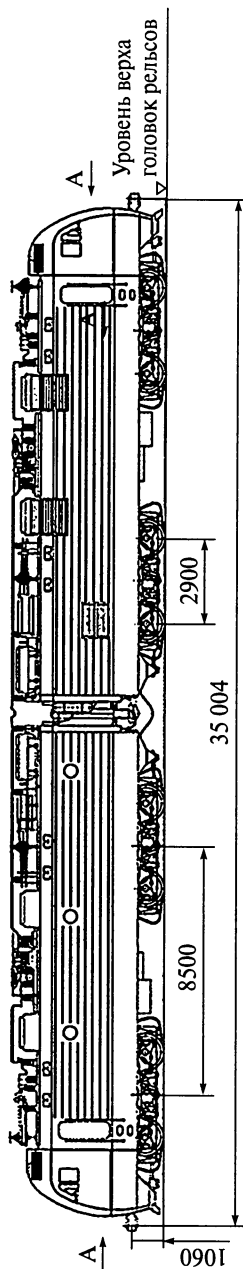
1. Назначение

Электровоз 2ЭС5К предназначен для эксплуатации на железных дорогах, электрифицированных на однофазном переменном токе промышленной частоты с номинальным напряжением 25 000 В. Электровоз рассчитан на работу при напряжении в контактной сети от 19 000 В до 29 000 В, температуре окружающей среды от минус 50 °С до плюс 45 °С (предельное значение) и высоте над уровнем моря до 1200 м.

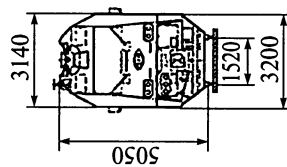
Электрооборудование, установленное в кузове электровоза, рассчитано на работу при температуре окружающей среды от минус 50 °С до плюс 60 °С. Общий вид двухсекционного электровоза представлен на рис. 1, а трехсекционного электровоза (с бустерной секцией) показан на рис. 2. Общий вид бустерной секции приведен на рис. 3.

Каждая головная секция электровоза имеет кабину управления, выполненную с пластиковой или металлической оболочкой. Окна кабины (лобовое и 4 боковых) обеспечивают машинисту и помощнику обзор путевых сигналов. Над лобовыми и боковыми окнами установлены солнцезащитные шторы. Опускные окна, расположенные на боковых стенках, позволяют вести обзор состава из открытого окна. Оборудование в кабине размещено в соответствии с рис. 4. Органы управления и визуального контроля сосредоточены в двух рабочих местах: правом и левом блоках. В состав рабочих мест машиниста и помощника входят: пульт управления 37, кресла машиниста и помощника 39. В каждой кабине машиниста установлены: блок питания подсветки 4, динамик Д-ЛБПП 5, блок БСИ 6, панель диодов 31, блок регистрации 32, свисток электропневматический 34, калориферы 3, блок сигнализации 8, блок ТСКБМ-П 14, расположенный на лобовой стенке кабины; ограждение 2, ограждение 35, на котором расположена педаль 36, блок ТСКБМ-К 33 — под пультом управления; датчик реле давления 38, клапан электропневматический 40, рукоятка бдительности 13 — на правой боковой стенке; блок управления АГС-8 1, рукоятка бдительности 7 — на левой боковой стенке; огнетушитель 30, прибор приемно-контрольный пожарный 29, адаптер 28, блок радиооборудования 15, приемопередатчик 17, блок управления БУЗТ 16, табло сигнальное 18, извещатель пожарный 19, громкоговоритель 20, датчик реле температуры 21

Фальшборт условно не показан



А
Вариант 1. Кабина со стеклопластиковой обочкой



А
Вариант 2. Модульная кабина

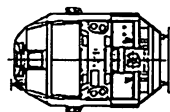
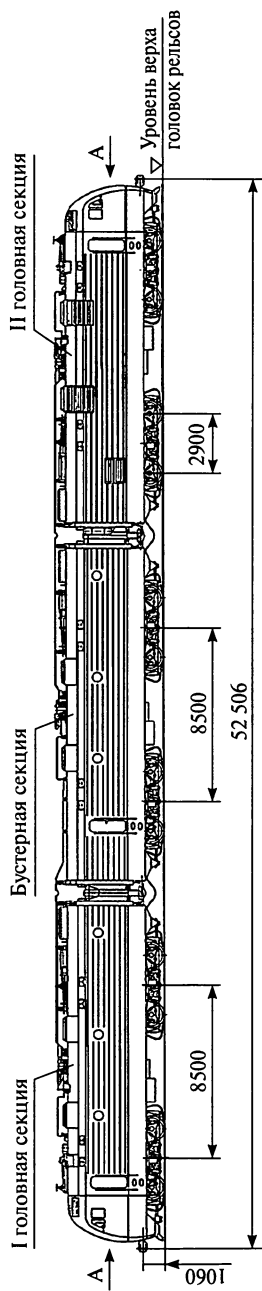


Рис. 1. Общий вид двухсекционного электровоза 2ЭС5К



А
 Вариант 1. Кабина со стеклопластиковой обложкой

А
 Вариант 2. Модульная кабина



Рис. 2. Общий вид трехсекционного электровоза 2ЭС5К

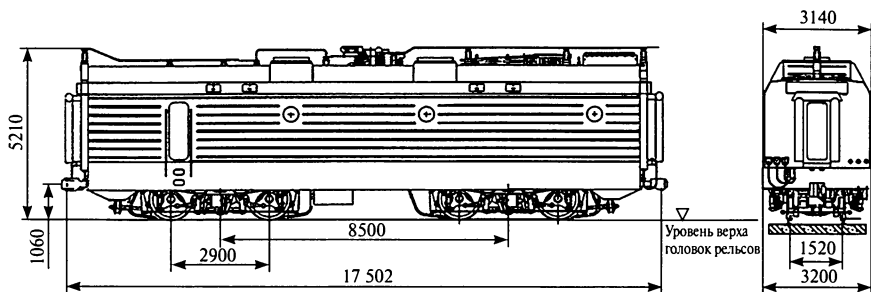


Рис. 3. Общий вид бустерной секции (бустера) электровоза 2ЭС5К

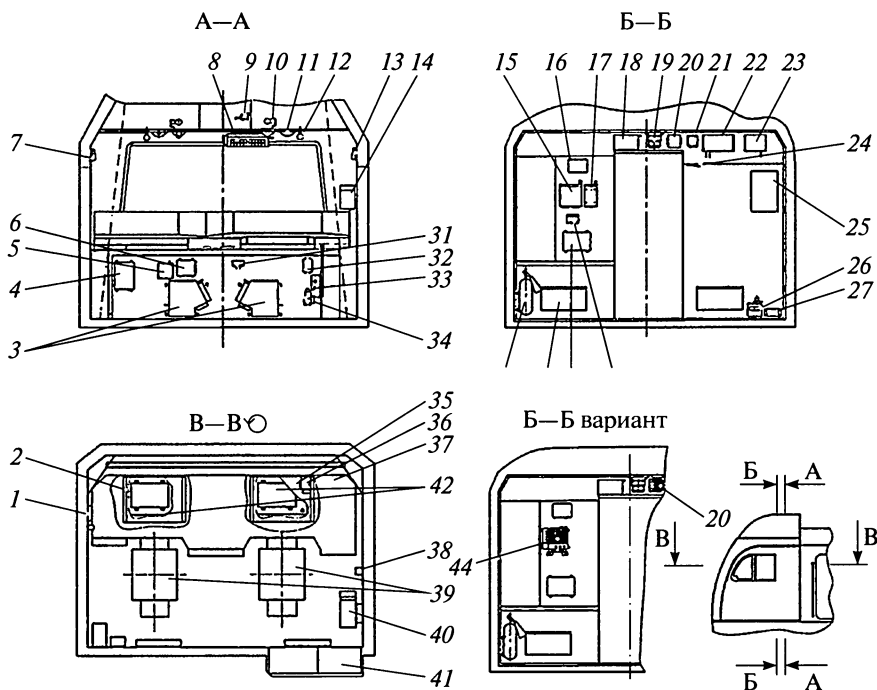


Рис. 4. Расположение оборудования кабины машиниста

электронный Т419, устройство связи локомотивов 22, устройство сигнализации и пуска 23, термопреобразователь сопротивления 24, коробка 25 для фотосхем, омывается электрический 26, коробка под термос 27, шкаф для одежды 41 — на поперечной стенке; све-

тильники транспортные СЗСЛ 12, светильники СЖ6 11, корпуса подсветки документов 10— на потолке; сопротивление балластное 9 прожекторной коробки.

Основной частью поста машиниста является пульт управления 37, который состоит из левого и правого блоков и трех тумб.

2. Технические данные

Электровоз 2ЭС5К

Номинальное напряжение, В.....	25 000
Частота, Гц	50
Формула ходовой части	2(2 ₀ -2 ₀)
Колея, мм	1520 (1524)
Нагрузка от оси на рельсы, кН (тс)	235±5 (24,0±0,5)
Разность подресной нагрузки (для одной оси), кН (тс).....	5(0,5)
Мощность часового режима на валах тягового двигателя, кВт, не менее	6560
Сила тяги часового режима, кН (тс), не менее	464 (47,3)
Скорость часового режима, км/ч, не менее	49,9
Мощность продолжительного режима на валах тяговых двигателей, кВт, не менее.....	6120
Сила тяги продолжительного режима, кН (тс), не менее	423 (43,1)
Скорость продолжительного режима, км/ч, не менее	51
Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч.....	110
Коэффициент мощности в продолжительном режиме	0,84
КПД в продолжительном режиме, не менее	0,85
Масса электровоза с 0,67 запаса песка	192±4
Электрическое торможение	рекуперативное
Тормозные усилия, развиваемые электровозом при скорости:	
до 50 км/ч, кН (тс)	450 (45,9)
до 80 км/ч, кН (тс)	300 (30,6)
до 90 км/ч, кН (тс)	250 (25,5)
Номинальная длина электровоза по осям автосцепок, мм.....	35 004
Номинальная высота от головки рельса до рабочей поверхности полоза токоприемника в опущенном положении, мм.....	5050

Высота от головки рельса до оси
автосцепки, мм..... 1060±20
Передаточное отношение зубчатой передачи..... 88/21
Коэффициент мощности в продолжительном
режиме, не менее 0,9

Пусковые, тяговые и тормозные характеристики электровоза при-
ведены на рис. 5, 6, 7.

Электровоз 3ЭС5К

Номинальное напряжение, В.....25 000
Частота, Гц 50
Формула ходовой части $3(2_0-2_0)$
Колея, мм 1520 (1524)
Нагрузка от оси на рельсы, кН (тс) 235 ± 5 ($24,0\pm0,5$)
Разность поколесной нагрузки (для одной оси), кН (тс) 5 (0,5)
Мощность часового режима на валах тягового
двигателя, кВт, не менее 9840

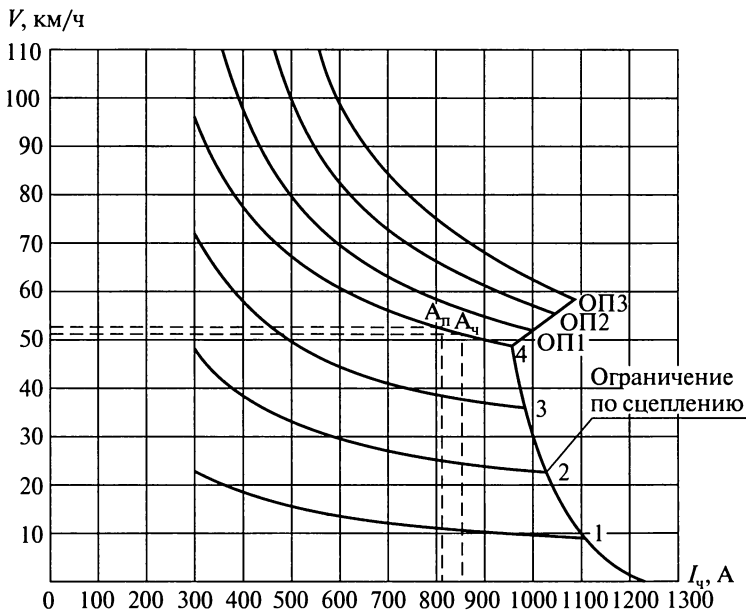


Рис. 5. Пусковые характеристики электровоза 2ЭС5К:

$I_{я}$ — ток якоря тягового двигателя; V — скорость электровоза; $A_{п}$, $A_{ч}$ — точка продолжительного и часового режима соответственно; 1/4 — зона регулирования; ОП1, ОП2, ОП3 — позиции ослабления поля

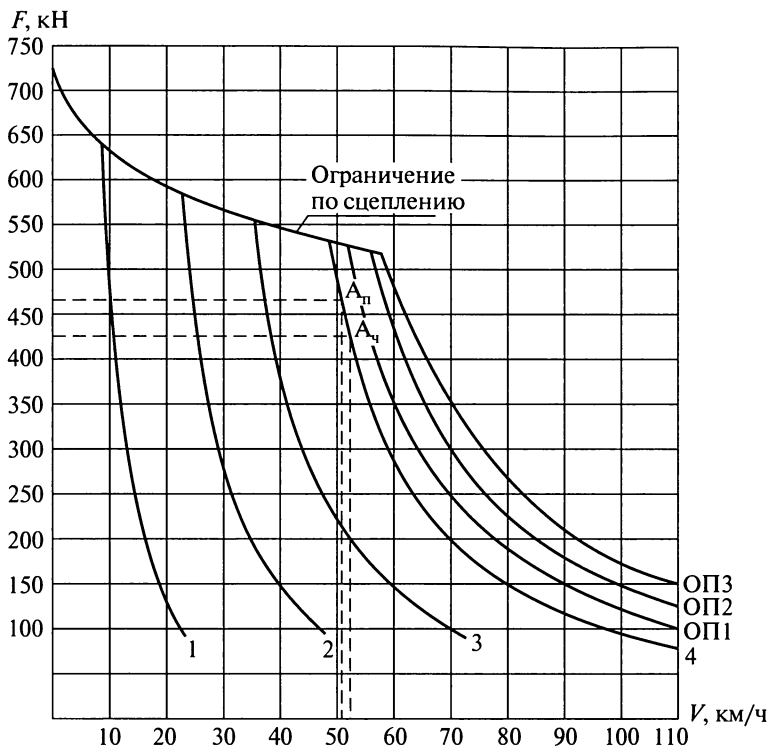


Рис. 6. Тяговые характеристики электровоза 2ЭС5К:
— сила тяги; V — скорость электровоза; $A_{\text{п}}$, $A_{\text{ч}}$ — точка продолжительного часового режима соответственно; 1/4 — зона регулирования; ОП1, ОП2, ОП3 — позиции ослабления поля

Сила тяги часового режима, кН (тс), не менее	696 (71,0)
Скорость часового режима, км/ч, не менее	49,9
Мощность продолжительного режима на валах тяговых двигателей, кВт, не менее	9180
Сила тяги продолжительного режима, кН (тс), не менее	634 (64,7)
Скорость продолжительного режима, км/ч, не менее	51
Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч.....	110
Коэффициент мощности в продолжительном режиме	0,84
КПД в продолжительном режиме, не менее	0,85
Масса электровоза с 0,67 запаса песка	288±6

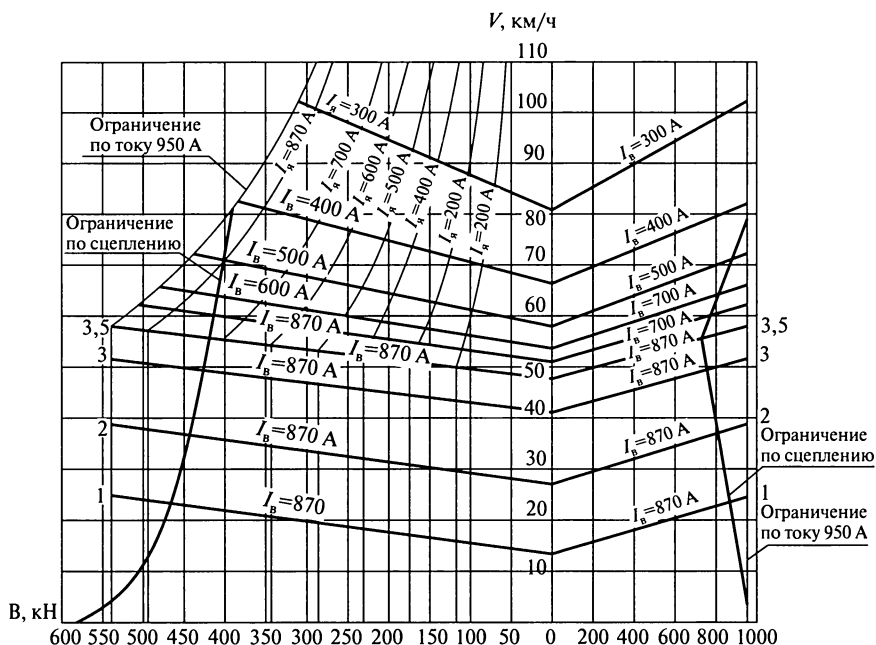


Рис. 7. Тормозные характеристики электровоза

Электрическое торможениерекуперативное

Тормозные усилия, развиваемые электровозом

при скорости:

до 50км/ч, кН (тс)500 (51,0)

до 80км/ч, кН (тс)450 (45,9)

до 90км/ч, кН (тс)375 (38,2)

Номинальная длина электровоза по осям

автосцепок, мм.....52 506

Номинальная высота от головки рельса до рабочей

поверхности полоза токоприемника в опущенном

положении, мм.....5050

Высота от головки рельса до оси

автосцепки, мм..... 1060±20

Передаточное отношение зубчатой передачи..... 88/21

Коэффициент мощности в продолжительном

режиме, не менее 0,9

Пусковые, тяговые и тормозные характеристики электровоза при-
ведены на рис. 8, 9.

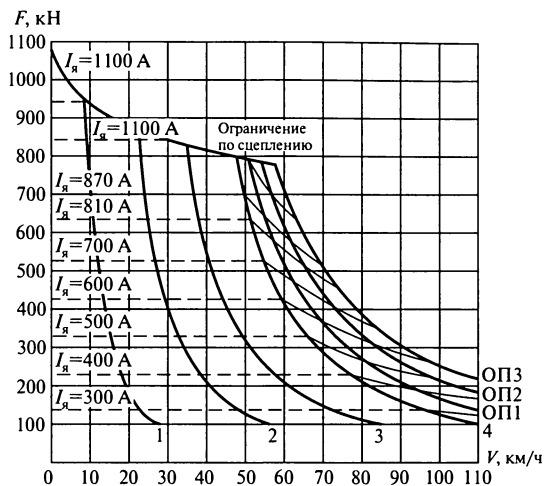


Рис. 8. Пусковые характеристики электровоза 3ЭС5К:
 V — скорость электровоза; F — сила тяги; $A_n, A_{\text{ч}}$ — точка продолжительного и часового режима соответственно; 1/4 — зона регулирования; ОП1, ОП2, ОП3 — позиции ослабления поля

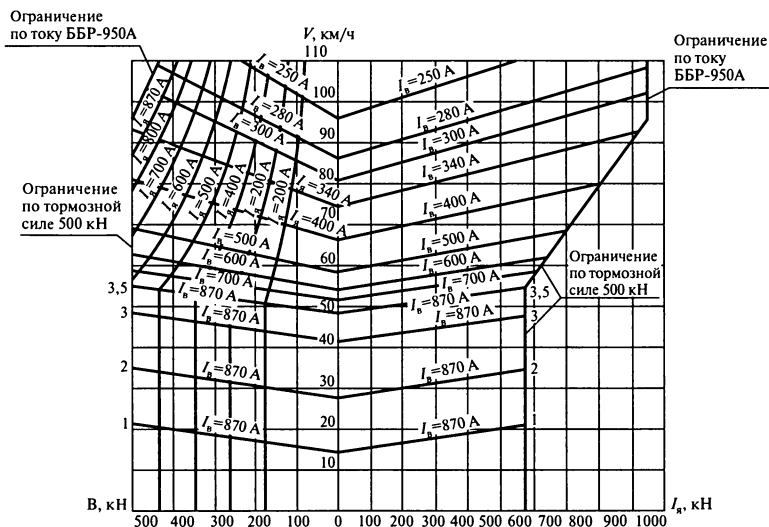


Рис. 9. Тяговые и тормозные характеристики электровоза 3ЭС5К:
 $I_{\text{я}}$ — ток якоря тягового двигателя; $I_{\text{в}}$ — ток возбуждения тягового двигателя;
 V — скорость электровоза; B — тормозная сила электровоза; 1/3,5 — зона регулирования

3. Механическая часть электровоза

3.1. Рама тележки

Рама тележки предназначена для передачи тяговых и тормозных усилий, правильной установки колесных пар, распределения вертикальной нагрузки через систему рессорного подвешивания и расположения оборудования.

Технические данные

Длина, мм	4780
Ширина, мм	2750
База, мм	2900
Масса, кг.....	21 200
Масса тележки с ручным тормозом и гребнесмазывателем, кг.....	21 300

Составными узлами рамы тележки в соответствии с рис. 10, являются: рама тележки 5, система индивидуального рессорного подвешивания 4, колесная пара с буксовыми узлами и тяговыми электродвигателями 3, тормозная рычажная передача 1, гидравлические гасители колебаний 2, система второй ступени рессорного подвешивания (люлечное) и маятниковая подвеска тягового электродвигателя.

Рама тележки (рис. 11) представляет собой сварную конструкцию прямоугольной формы замкнутого сечения. Рама тележки состоит из

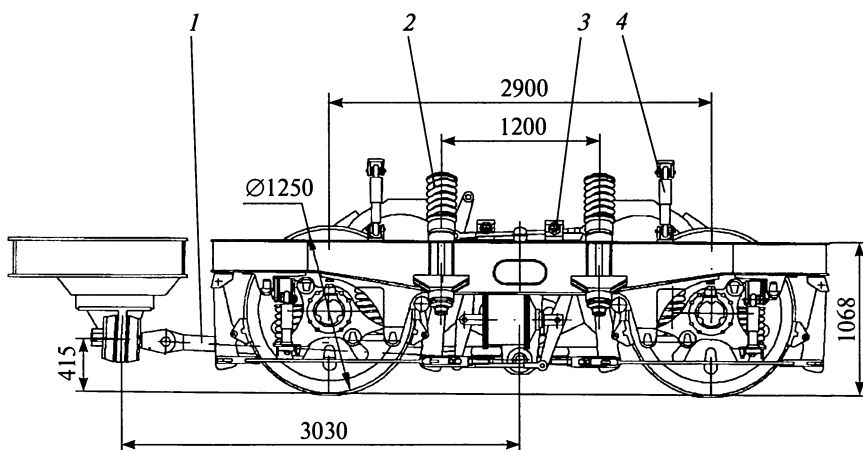


Рис. 10. Общий вид рамы тележки

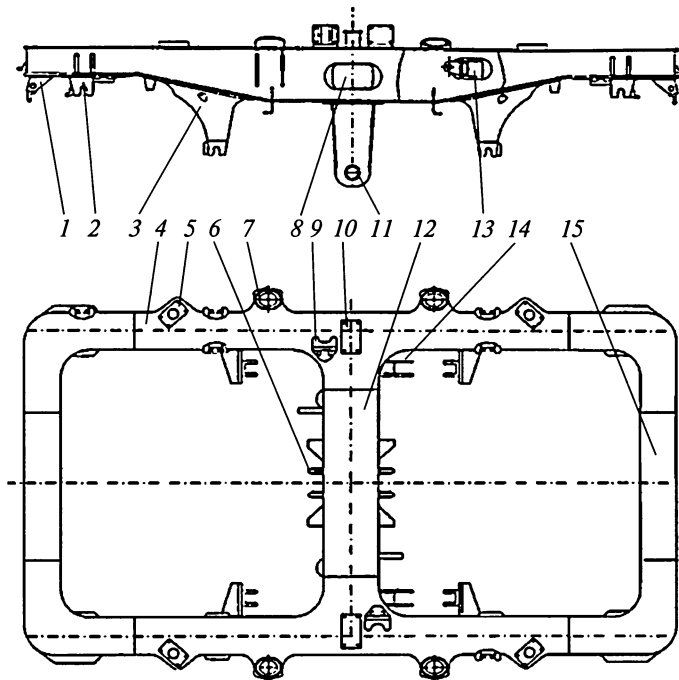


Рис. 11. Рама тележки

двух продольных боковин 4 сваренных из листов металла марки 13Г, соединенных между собой двумя концевыми балками 15 и одной средней балкой 12. Продольные балки и концевые балки сварены из листов металла горизонтальные толщиной 10 мм и вертикальные 12 мм соответственно. К нижним горизонтальным листам приварены большие 3 и малые 2 кронштейны под крепление буксовых поводков, кронштейны 1 под крепление тормозной рычажной передачи, кронштейн 11 для крепления наклонной тяги и кронштейны 6 для крепления тяговых электродвигателей.

К наружным вертикальным листам привариваются усиливающие накладки боковых упоров. К верхним листам кронштейны для крепления вертикальных упоров 10. К вертикальным листам боковины приварены кронштейны 13 для крепления подвесок тормозной рычажной передачи. К вертикальным листам средней балки 12 прива-

рены кронштейны 6, к которым крепятся тяговые электродвигатели и кронштейны 14 тормозной системы ручного тормоза.

Боковые опоры кузова. Связи кузова (см. рис. 10) состоят из люлечного подвешивания 2, вертикальных и горизонтальных упоров, гидравлических гасителей колебания: вертикальных 4, горизонтальных 3 и наклонной тяги 1.

Люлечное подвешивание кузова относительно рамы тележки предназначено для передачи вертикальных и поперечных сил от кузова на раму тележки, уменьшения величины горизонтального и вертикального воздействия электровоза на путь.

Технические данные

Статическая нагрузка на пружину, Н	68 700
Прогиб пружины под статической нагрузкой, мм.....	77
Жесткость пружины, Н/мм.....	893
Жесткость пружины горизонтального упора, Н/мм.....	1800

Люлечное подвешивание (рис. 12) представляет собой стержень 7, к нижней части которого приложена вертикальная нагрузка от кузова. Кузов кронштейнами 6 через балансир 5 устанавливается на нижний шарнир люлечного подвешивания, состоящий из опоры 4, прокладки 3 и опоры 2. Нижний шарнир удерживается на стержне гайкой 1, которая стопорится крюком 16. Вертикальная нагрузка через регулировочную шайбу 13 стержня, пружину 12, шайбу 11, фланец стакана 10 и верхний шарнир, состоящий из двух опор 4 и прокладки 9, передается на кронштейн 8 рамы тележки. Шарниры люлечной подвески обеспечивают колебательное движение стержня, вызванное горизонтальным поперечным перемещением кузова и поворотом тележки относительно рамы кузова. Поверхности трения стержня 7 и стакана 10 облицованы износостойкими втулками из марганцовистой стали. Для смазки поверхностей трения втулок стержня и стакана в стержне предусмотрены отверстия для подачи смазки. В центральное смазочное отверстие ввернут штуцер, имеющий отверстие с резьбой. Через штуцер производится заправка смазкой. Люлечная подвеска имеет страховочный трос 15, закрепленный болтом 14, который предотвращает падение деталей нижнего шарнира при обрыве стержня.

Горизонтальные и вертикальные перемещения рамы кузова относительно рамы тележки ограничены регулируемыми упорами, позволяющими выдерживать горизонтальные и вертикальные зазоры в

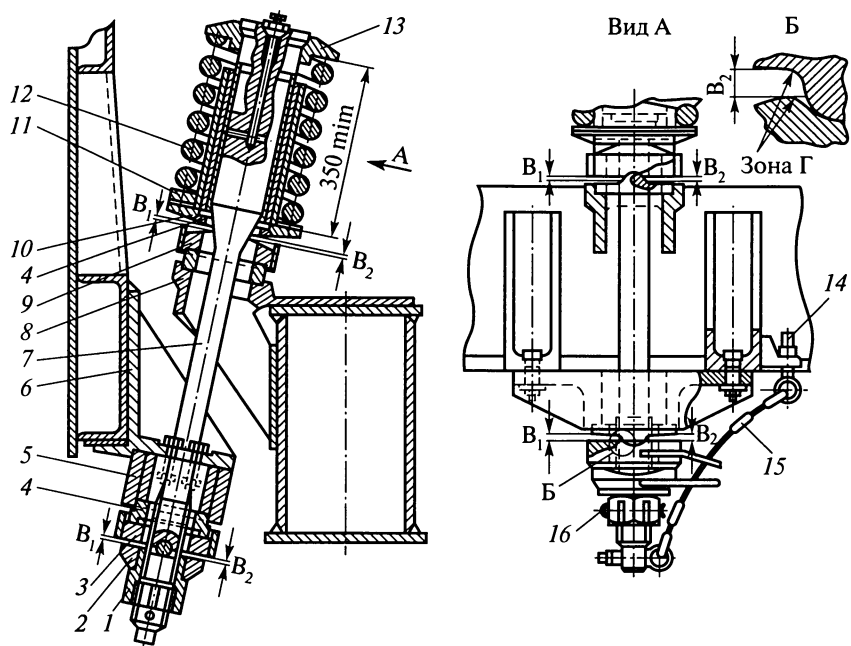


Рис. 12. Люлочное подвешивание:

1 — гайка; 2, 4 — опора; 3, 9 — прокладка; 5 — балансир; 6 — кузовной кронштейн; 7 — стержень; 8 — кронштейн тележки; 10 — стакан; 11 — шайба; 12 — пружина; 13 — шайба регулировочная; 14 — болт; 15 — трос; 16 — крюк

требуемых пределах. Горизонтальный и вертикальный упоры крепятся к кузову на шпильках. Горизонтальные усилия от рамы кузова на раму тележки передаются люлочными подвесками при поперечном отклонении кузова до 15 мм от среднего положения и люлочными подвесками в параллель с горизонтальным упором при перемещении кузова от 15 до 30 мм. После сжатия пружины горизонтального упора на рабочий ход 15 мм упор работает на жесткий ограничитель.

Горизонтальный и вертикальный упоры. Горизонтальный упор предназначен для формирования совместно с опорами кузова характеристики поперечной связи кузова с тележками и ограничения поперечных горизонтальных перемещений рамы кузова относительно рамы тележки.

Вертикальный упор предназначен для ограничения вертикальных перемещений кузова относительно рамы тележки с целью защиты пружин опор кузова от перегрузки и предотвращения ударов кузова относительно рамы тележки.

Наклонные тяги. Предназначены для передачи сил тяги и торможения от рамы тележки к раме кузова. Тяга 8 (рис. 13), представляет

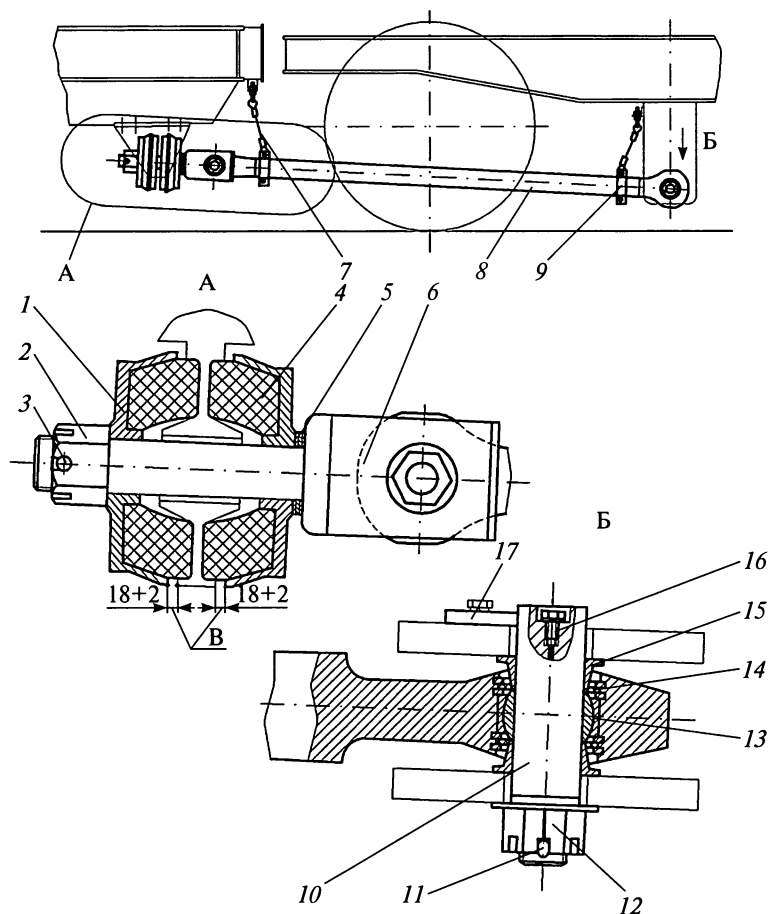


Рис. 13. Установка наклонной тяги:

1 — фланец; 2, 12 — гайка; 3, 16 — болт; 4 — шайба; 5 — шайба регулировочная; 6 — вилка; 7 — трос страховочный; 8 — тяга; 9 — скоба; 10 — валик; 11 — шплинт; 13 — подшипник сферический; 14 — шайба уплотнительная; 15 — кольцо; 17 — планка стопорная

с собой толстостенную трубу с приваренными по торцам литыми головками. Одной головкой тяга крепится к вилке 6 буферного бруса кузова, другой головкой к тяговому кронштейну тележки. Крепление тяги осуществляется вилками 10 с гайками 12. Трос 7 и скобы 9 служат для страховки тяги от возможного попадания на путь при поломке. Подвижность тяги вертикальной и горизонтальной плоскостях при отбросе кузова и разворотах рамы тележки обеспечивают сферические подшипники 13, запрессованные в головке тяги. При монтаже тяги, валики 10 необходимо вставлять в головку тяги со стороны стопорной планки фиксирующей валик от перемещений в осевом направлении. Среднее положение головок наклонных тяг в кронштейнах рамы тележки и вилки буферного устройства обеспечивается кольцами 15. От возможности отвинчивания гайку 12 фиксирует шплинт 11. В валиках 10 выполнены осевой и радиальные каналы, по которым подается смазка к сферическому подшипнику 13; после смазки в осевой канал устанавливается болт 16. Для защиты сферического подшипника 13 от пыли и грязи с обеих сторон подшипника в головках устанавливаются уплотнительные шайбы 14. Буферное устройство тяг состоит из резиновых шайб 4, охваченных фланцами 1 и предварительно стянутых вилкой 6 и гайкой 2 для обеспечения зазоров $B = 18 \pm 2$ мм. Положение вилок относительно тяги 8 регулируется установкой необходимого количества регулировочных шайб 5. Для обеспечения размера B в эксплуатации от возможности отвинчивания гаку 2 предохраняет стопорный болт 3.

3.2. Первая ступень рессорного подвешивания

Рессорное подвешивание предназначено для равномерного распределения вертикальной нагрузки между колесными парами и для уменьшения динамических сил, передаваемых колесными парами на наддресорное строение, при прохождении неровностей пути.

Технические данные

Статическая нагрузка на пружину, кгс	4628
Прогиб пружины под статической нагрузкой, мм	54,6-65,6

Первая ступень рессорного подвешивания (рис. 14), состоит из цилиндрических пружин 4, втулок 2 и регулировочных прокладок 3, 5. Пружины устанавливаются на приливы корпуса буксы. Верхняя

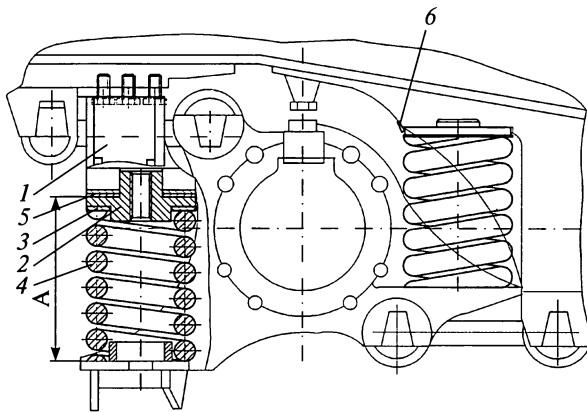


Рис. 14. Установка гидродемпфера буксовой ступени

часть крайней пружины через втулку и регулировочные прокладки упирается в кронштейн 1, который в свою очередь крепится к раме тележки тремя болтами марки М20. Верхняя часть другой пружины опирается непосредственно на опорную площадку прилива большого буксового кронштейна. Пружина — это упругая деталь, изготовленная путем навивки. Пружины изготавливают из прутков круглого сечения; материал — сталь 55С2 или 60С2. В отличие от рессор пружина не имеет внутреннего трения, а значит, не обладает демпфирующими свойствами. Однако пружина характеризуется большой гибкостью и поэтому хорошо амортизирует небольшие удары. Пружины обычно применяют совместно с рессорами или гидравлическими гасителями колебания. Гибкостью f_0 рессоры или пружины называется величина, обратная жесткости, т.е. $f_0 = 1/ж$. В комплектах, состоящих из нескольких параллельно расположенных листовых рессор или пружин, имеющих разные жесткости $ж1$, $ж2$, $ж3$, ..., $жл$ и сжимаемых таким образом, что все рессоры или пружины получают одинаковый прогиб f , общая жесткость равна сумме жесткостей отдельных рессор.

Прокладки 3 предназначены для обеспечения заданной высоты А пакета пружины под статической нагрузкой в пределах 304—306 мм. Прокладки 5 применяются для развески электровоза, при этом количество прокладок под каждой пружиной на одной буксе должно быть одинаковым.

3.3. Гидравлические гасители колебаний рессорного подвешивания

Гидравлический гаситель колебаний первой ступени подвешивания двухстороннего действия предназначен для гашения вертикальных колебаний рамы тележки относительно буксового узла.

Технические данные

Диаметр:	
поршня.....	68 мм
штока	48 мм
кожуха	120 мм
Ход поршня	190 мм
Длина гасителя при полном сжатии по осям	
отверстий в головках	360 мм
Параметр сопротивления	110 кгс/(с-см)
Рабочая жидкость.....	масло приборное ГОСТ 1805-76 0,9 л

На каждой тележке электровоза (рис. 15), установлено по четыре гидравлических гасителя колебаний двухстороннего действия. Гидравлический гаситель колебаний работает с пружинами рессорного подвешивания. Он установлен вертикально между кронштейнами корпуса буксы и рамы тележки по одному на корпусе буксы. Гидравлический гаситель колебания 1, в нижней части

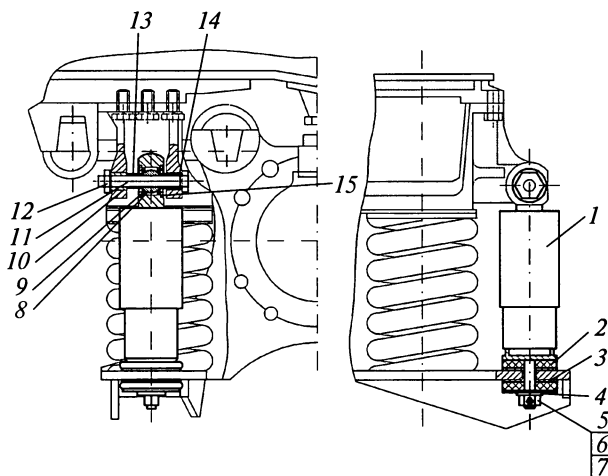


Рис. 15. Работа двухстороннего гасителя колебаний

имеет хвостовик, которым крепится к кронштейну корпуса буксы через резиновые амортизаторы 2 гайкой 5. Для защиты резиновых амортизаторов 2 от механических повреждений установлены стальные шайбы 3, 4. Стопорение гайки 5 осуществляется посредством шайбы 6 и шплинта 7. Предварительная деформация резиновых амортизаторов 2 ограничивается длиной хвостовика между нижним корпусом и заплечиком в хвостовике, на который опирается шайба 4. Верхней проушиной гидравлический гаситель колебаний прикреплен к кронштейну рамы тележки валиком 11 и гайкой 12. Подвижность демпфера в верхней точке закрепления обеспечивается шарнирным подшипником 8, установленным в проушине гидравлического гасителя колебаний. Шарнирный подшипник 8 защищен от загрязнения фторопластовыми кольцами 9, фиксированными стопорными кольцами 15. От поперечных перемещений проушина гидравлического гасителя колебаний удерживается дистанционными втулками 13, 14. Рессорное подвешивание обладает необходимой упругостью и способностью поглощать (гасить) возникающие при движении ЭПС вертикальные и боковые силы, под действием которых происходят колебания. Рессорное подвешивание также равномерно распределяет нагрузки между колесными парами и колесами.

От конструктивных особенностей рессорного подвешивания и его параметров, а также от того, как распределены колеблющиеся массы кузова и тележки, зависят так называемые динамические характеристики электровоза или вагона электропоезда. Рессорное подвешивание стремятся сделать как можно мягче, снижая этим чувствительность локомотива к состоянию пути.

Жесткость ж рессоры или гидравлического гасителя колебаний характеризуется нагрузкой P , вызывающей прогиб f рессоры или гасителя на 1 мм. Жесткость $ж = P/f$ измеряется в ньютонах или килограммах на 1 мм. Статический прогиб рессоры $f_{ст} = H_{св} - H_{гр}$, где $H_{св}$ — высота без нагрузки, т.е., свободная; $H_{гр}$ — высота под нагрузкой P . Шариковые предохранительные клапаны отрегулированы на давление 45 ± 5 кгс/см².

Свободный объем под поршнем заполняется за счет образовавшегося разрежения путем всасывания жидкости из вспомогательной камеры через канавки в нижнем корпусе, калиброванные отверстия клапана и пазы дистанционного кольца. При превышении давления

в над поршневой полости 45 кгс/см^2 срабатывает шариковый клапан в поршне штока и часть жидкости перепускается в под поршневую полость. Давление в над поршневой полости падает, шарик под действием пружины закрывает отверстие клапана.

При ходе поршня вниз давление рабочей жидкости в под поршневой полости повышается, диск нижнего клапана прижимается к посадочным поясам корпуса и часть жидкости с большим сопротивлением дросселирует через щелевые каналы во вспомогательную камеру. Одновременно при этом ходе давление жидкости в над поршневой полости снижается, диск клапана открывается и часть жидкости перетекает через калиброванные отверстия клапана в освободившееся над поршневое пространство. При повышении давления в подпоршневой полости до 45 кгс/см^2 срабатывает шариковый клапан в нижнем корпусе и часть жидкости перепускается во вспомогательную камеру. Давление в под поршневой полости падает, и под действием пружины шарик клапана закрывает отверстие.

Гидравлический гаситель одностороннего действия представляет собой поршневой телескопический демпфер, развивающий усилие сопротивления только на ходе сжатия. Ход растяжения является вспомогательным, шток свободно перемещается вверх и засасывает рабочую жидкость в под поршневую полость.

Гидравлические гасители колебаний второй ступени подвешивания предназначены для гашения колебаний кузова электровоза относительно рамы тележек в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

На каждой крайней раме тележки (см. рис. 15) установлены: вертикальные гидравлические гасители колебаний *10* в количестве 4 шт.; горизонтальные гидравлические гасители колебаний *1* в количестве 2 шт. Верхней проушиной гидравлический гаситель колебаний прикреплен к кронштейну рамы тележки валиком *3*, гайкой *6* и шайбой с пружиной *4*. Подвижность демпфера в верхней точке закрепления обеспечивается сферическим подшипником *11*, установленным в проушине демпфера. Сферический подшипник защищен от загрязнения фторопластовыми кольцами *5*, поджатыми стопорными кольцами *8*. От поперечных перемещений проушина гидравлического гасителя колебаний удерживается дистанционными втулками *2*, *7*. Установочные размеры гидравлического гасителя колебаний обеспечивается регулировочными пластинами *9*.

3.4. Маятниковая подвеска тягового электродвигателя

Маятниковая подвеска тягового электродвигателя предназначена для придания второй точки опоры тягового электродвигателя.

Требования к маятниковой подвеске ТЭД: подвеска не должна стеснять габариты тягового двигателя; увеличивать необрессоренный вес локомотива; смещать центр тяжести локомотива; должна обеспечивать простоту конструкции и передачи вращающего момента.

Подвеска тягового электродвигателя (рис. 16) состоит из подвески 4, двух резиновых шайб 6, двух стальных дисков 5, кронштейна 12 и деталей монтажа и демонтажа. Подвеска выполнена поковкой из стали марки Ст45, с последующей механической обработкой, и имеет головку в которую запрессованы марганцовистые втулки 8, 9, которой подвеска крепится к шкворневой балке рамы тележки с помощью валика 7. Предохранение валика от выпадания осуществляется планками 1, 10, перекрывающими отверстия проушин шкворневой балки, из которых одна приварена, а другая закреплена двумя

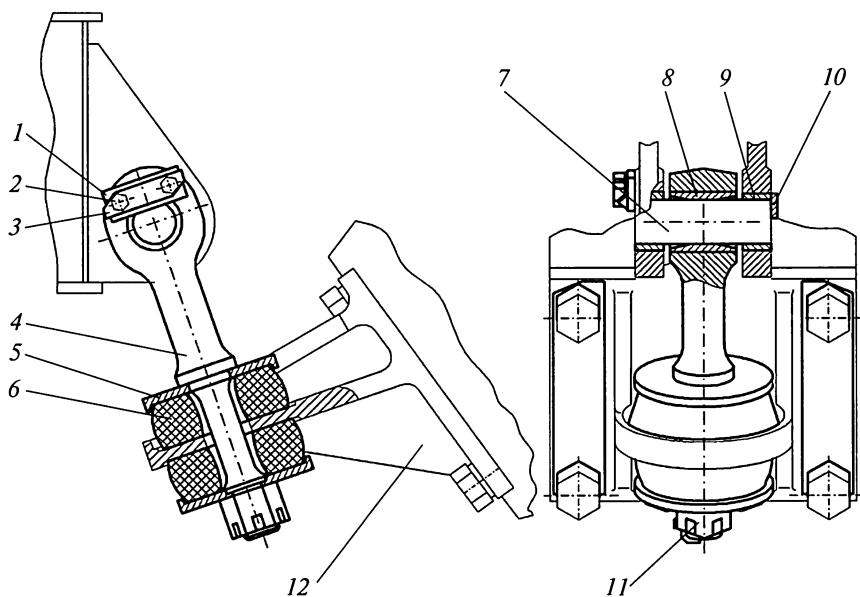


Рис. 16. Маятниковая подвеска тягового электродвигателя

болтами 2 марки М16. Сами болты стопорятся планкой 3, края которой загнуты на грани головок болтов 2. Для стягивания пакета из дисков и резиновых шайб служит гайка 11, устанавливаемая на подвеске с круглой резьбой диаметром 60 мм. Для предотвращения спекания шайб их сопрягаемые поверхности припудриваются тальком. В свободном состоянии резиновые шайбы имеют высоту 80 мм (верхняя шайба гасит реакцию от вращающего момента двигателя, а нижняя смягчает удары от пути на тяговый двигатель). При монтаже гайкой 11 создается предварительное сжатие на 25 мм. Кронштейн 12, выполненный отливкой из стали марки 12ГТЛ или 25Л, прикреплен к остоу тягового электродвигателя шестью болтами, попарно застопоренными планками. Для ориентации резиновых шайб, кронштейн 12 и диски 5 имеют выточки. Шайбы 6 выполнены из формовочной резины и уложены по обе стороны кронштейна между дисками 5. Усилия от кронштейна передаются через резиновые шайбы и диски на заплечики подвески 4. На случай обрыва подвески 4 в качестве дополнительной страховки служат специальные приливы на остоу тягового электродвигателя и упоры на шкворневой балке рамы тележки.

3.5. Колесная пара

Колесная пара является наиболее ответственным узлом железнодорожного подвижного состава. Колесные пары электровозов воспринимают и передают на рельсы вертикальные нагрузки от массы локомотива, при движении взаимодействуют с рельсовой колеей, воспринимая удары от неровностей пути и горизонтальные силы. Через колесную пару передается вращающий момент тягового двигателя, а в месте контакта колес с рельсами в тяговом и тормозном режимах реализуются силы сцепления. От исправного состояния колесной пары зависит безопасность движения поездов; поэтому к выбору материала, технологии изготовления отдельных ее элементов и формированию колесной пары предъявляют особые требования. В условиях эксплуатации за колесными парами необходим тщательный уход и своевременный осмотр.

Технические данные

Номинальный диаметр по кругу катания, мм.....	1250
Расстояние между внутренними торцами бандажей, мм	1440
Ширина бандажа, мм	140

Толщина нового бандажа по кругу катания, мм.....	90
Толщина изношенного бандажа по кругу катания, мм, не менее	45

Колесная пара (рис. 17) состоит из оси 3, двух колесных центров 1, двух бандажей 2, двух зубчатых колес 5 и двух бандажных колец 4. Оси колесных пар кованые из осевой стали. Ось изготовляют ковкой из осевой легированной стали ОсЛ ГОСТ 4728-59 с последующей нормализацией и отпуском, причем термические операции должны проводиться при автоматической регистрации заданных режимов. Данная сталь обладает следующими механическими свойствами: предел прочности 55—58 кг/мм² при относительном удлинении не менее 23 %; ударная вязкость $a_k = 7$ (среднее из четырех образцов).

Химический состав стали в % следующий:

C = 0,35—0,45

M_n = 0,50—0,80

S_i = 0,15—0,35

P и S = каждого не более 0,05.

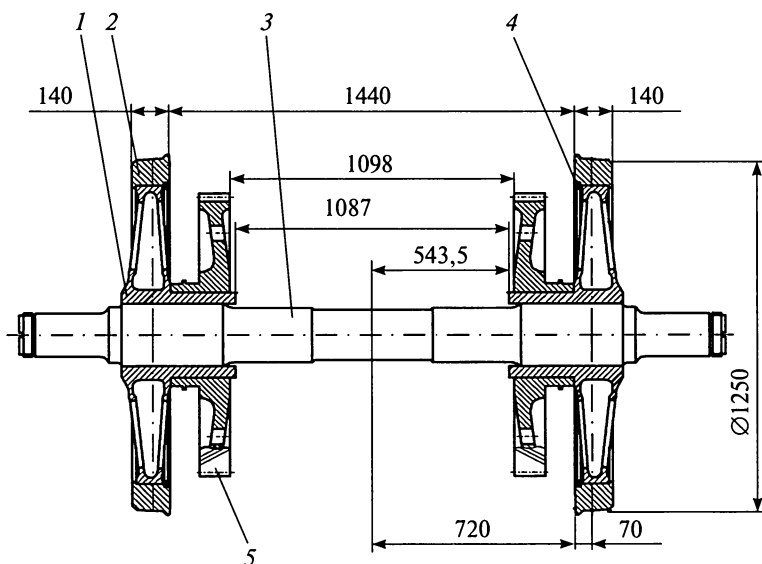


Рис. 17. Колесная пара

У оси различают следующие участки: буксовые шейки (диаметром 180 мм), на которые насаживают буксовые подшипники, предподступичные части (диаметром 210 мм), представляющие собой переходные участки (на них крепят лабиринтные кольца букс), подступичные части (диаметром 235 мм), на которые напрессовывают центры движущих колес, шейки (диаметром $205_{-0,09}$ мм) под моторно-осевые подшипники тягового двигателя и среднюю часть (диаметром 200^{+2} мм). Диаметры отдельных участков различны и переходы от одного участка к другому должны быть плавными; их называют переходными галтелями. На концах оси имеется резьба для гаек роликоподшипников, паз для стопорной пластины и два отверстия М16 для болтов, крепящих пластину. В торцах оси сделаны центровые отверстия для установки оси или колесной пары в станке.

Все поверхности оси, за исключением торцов, шлифуют, кроме того, буксовые, моторно-осевые и подступичные части подвергают упрочняющей накатке профильными роликами с усилием 4 тс при начальной и 2,5 тс при окончательной накатке. После окончательной механической обработки ось проверяют магнитным дефектоскопом на отсутствие трещин.

Колесный центр 1 движущего колеса коробчатой конструкции изготавливают отливкой из углеродистой стали, он состоит из удлиненной ступицы, обода и соединяющей их средней двухстенной части с облегчающими отверстиями. На обод насаживают бандаж 2; диаметр посадочной поверхности 1070 мм (при диаметре круга катания 1250 мм). Диаметр посадочной поверхности центра на ось 235 мм, причем со стороны зубчатого колеса 5 эта поверхность расточена на конус с целью уменьшения внутренних напряжений в оси при запрессовке колеса на ось. Канал, закрываемый пробкой, предназначен для подачи масла под давлением при распрессовке колесной пары; подача масла позволяет уменьшить давление распрессовки и предупредить появление задиров на сопрягающихся поверхностях. После отливки колесные центры отжигают для снятия внутренних напряжений. Для отливки колесных центров применяется сталь марки 25-4522 по ГОСТ 977-41, т.е. повышенного качества — с пределом прочности на растяжение 45 кг/мм²; пределом текучести не менее 23 кг/см².

На удлиненные ступицы центров напрессованы зубчатые колеса с усилием 50—80 тс. Натяг составляет 0,25—0,33 мм. Бандаж

изготовлен из специальной стали по ГОСТ 398-71. Бандаж является той частью колеса, которая непосредственно взаимодействует с рельсом. На небольшую контактную поверхность бандажа действуют большие силы (от доли массы электровоза, сила сцепления), бандаж воспринимает динамические нагрузки, а при проскальзывании подвергается износу. В связи с этим материал бандажа должен обладать высокой прочностью, чтобы сопротивляться износу и смятию, и быть достаточно вязким, чтобы выдерживать ударные нагрузки. В то же время бандаж должен обрабатываться на колесно-токарных станках, так как после достижения установленных норм износа (проката) необходимо восстанавливать его профиль.

Необходимые свойства бандажная сталь получает при введении легирующих добавок и специальной термообработки. Бандажи отечественных электровозов изготавливают из стали марки 60, химический состав стали в % следующий:

$$C = 0,50—0,65;$$

$$M_n = 0,60—0,90;$$

$$S_i = 0,15—0,35;$$

$$P \text{ и } S = \text{каждого не более } 0,05.$$

Профиль бандажа (рис. 18) выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ 11018-76. Правильность профиля проверяют специальным шаблоном. Основная поверхность катания бандажа имеет конусность 1:10, толщина нового бандажа 90 мм, толщина гребня 33 мм на расстоянии 20 мм от его вершины. Конусность 1:10 способствует центрированию колесной пары в колее и обеспечению более равномерного износа поверхности катания. Конусность 1:3,5 предусмотрена для размещения наката металла, образующегося вследствие пластических деформаций, а также для прохождения кривых участков пути без пробоксовки внутреннего колеса. Бандаж надевают на обод колесного центра в горячем состоянии при температуре 250—320 °С с натягом 1,7 мм на каждый метр длины окружности. Перед посадкой бандаж проверяют магнитным дефектоскопом на отсутствие трещин. Для предупреждения сползания с колесного центра бандаж стопорят кольцом из стали специального профиля по ГОСТ 5267—03. Собранное колесо с колесным центром, бандажом, зубчатым колесом и бандажным кольцом напрессовывают на ось усилием 110—150 тс. Толщина нового бандажа по кругу катания 90⁺⁵ мм.

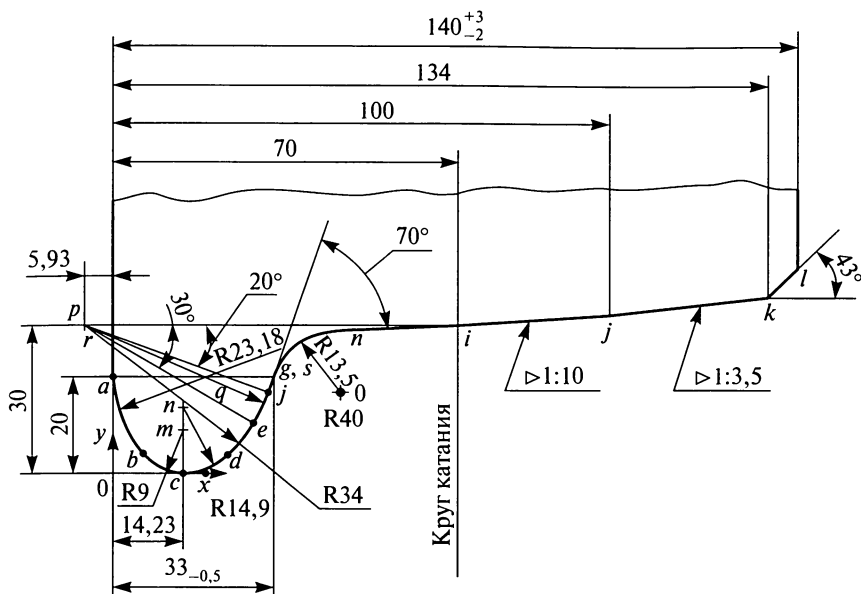


Рис. 18. Профиль бандаж

Система смазки гребней колесных пар. Гребнесмазыватели предназначены для уменьшения темпа износа гребней колесных пар и боковых граней рельсов. На раме тележки монтируется исполнительная система гребнесмазывателя (рис. 19), состоящая из: бака объемом 15 дм³ для смазки «Химеко-ЛГ», масляного фильтра 2, форсунки 3, маслопровода 4, гибкого шланга 5, кронштейна 6.

От датчика угла поворота определяющего цикличность подачи смазки на гребень сигнал поступает в электронный блок (установленный в кабине машиниста), который подает команду с заданной цикличностью на электропневматические клапаны (установленные в кузове электровоза), которые открывают доступ сжатого воздуха в форсунки 3. Кронштейн 6 служит для регулировки зазоров И и К, которые необходимо контролировать и поддерживать по мере износа бандаж. Форсунки 3 включаются на первой или восьмой колесной паре в зависимости от направления движения.

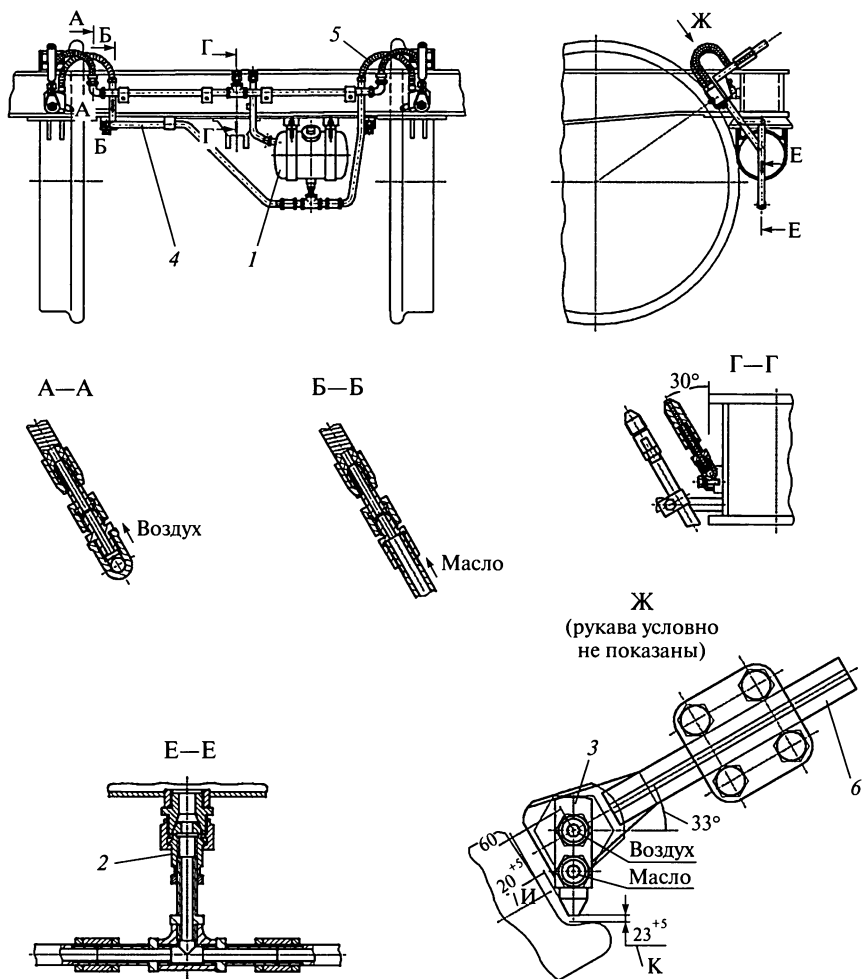


Рис. 19. Система смазки гребней

1 — бак; 2 — масляный фильтр; 3 — форсунка; 4 — маслопровод; 5 — гибкий шланг; 6 — кронштейн

3.6. Зубчатая передача

Для передачи вращающего момента от вала тягового двигателя на колесную пару применяют тяговые передачи. На грузовых электровозах, конструкционная скорость которых 100—110 км/ч, обычно

применяют опорно-осевое подвешивание двигателей, при котором двигатель одной стороной через моторно-осевые подшипники жестко опирается на ось колесной пары, а другой упруго связан с рамой тележки. При опорно-осевом подвешивании вращающий момент на колесную пару передается через тяговую зубчатую передачу, состоящую из шестерни, насаженной непосредственно на вал тягового двигателя, и зубчатого колеса, находящегося на колесной паре. На грузовых электровозах обычно применяют двусторонние передачи, т.е. шестерни насаживают на оба конца вала двигателя. Недостаток опорно-осевого подвешивания заключается в том, что удары, воспринимаемые колесной парой, жестко передаются на двигатель через моторно-осевые подшипники и зубчатое зацепление; кроме того, так как часть массы двигателя (примерно половина) передается жестко на колесную пару, то значительно увеличиваются масса неподрессоренных частей и динамические нагрузки на путь. Однако опорно-осевое подвешивание получило широкое распространение вследствие простоты конструкции тяговой передачи.

Зубчатая передача предназначена для передачи вращающего момента с вала якоря тягового двигателя на ведущие колеса. Основными параметрами зубчатой передачи являются: начальные окружности зубчатых колес, передаточное число, модуль, угол зацепления, шаг и межцентровое расстояние.

Начальная окружность — это расчетная (условная) окружность, по которой как бы происходит соприкосновение зубьев колес, находящихся в зацеплении. По начальной окружности нормируют и проверяют толщину зуба. Передаточное число — это отношение диаметров начальных окружностей (или чисел зубьев) зубчатого колеса и шестерни, оно показывает, во сколько раз частота вращения колесной пары меньше, а вращающий момент больше, чем частота вращения и вращающий момент якоря тягового двигателя.

Модуль зубчатого колеса (шестерни) представляет собой отношение диаметра начальной окружности к числу зубьев; модуль является показателем размера зуба. Форма поверхности зуба характеризуется углом зацепления. Чем больше угол зацепления, тем шире нижняя часть зуба и уже его вершина. Расстояние между одинаковыми точками двух смежных зубьев, измеренное по начальной окружности, называется шагом зубчатой передачи.

Зубчатое колесо изготовлено цельнокатаной поковкой из стали 55 ГОСТ 1050-74, которую подвергают объемному улучшению до

твердости 280-315 НБ (по Бринеллю), после чего нарезают зубья, венец и зубья шевенгуют. Шестерню изготавливают поковкой из стали 20ХНЗА с последующей нитроцементацией и закалкой до твердости 54-64 ИКС (по Роквеллу).

Шестерни напрессовывают на конические (1:10) концы вала якоря в горячем состоянии с натягом 4,1 мм. Передаточное число зубчатой передачи 3,826 (число зубьев шестерни 23, зубчатого колеса 88), межцентровое расстояние 617,5 мм, угол зацепления 20° , угол наклона зубьев $24^\circ 37' 12''$.

От внешнего воздействия зубчатая передача предохраняется кожухами из стеклопластика (рис. 20), состоящими из двух половин верхней 2 и нижней 4, которые изготовлены из листового проката. По горловинам обеих половин и по плоскости разъема нижней половины кожуха установлены уплотнительные прокладки.

На верхней половине кожуха 2 имеется: сапун 9, служащий для выравнивания давления внутри кожуха с атмосферным, скоба 1 — для крепления кожуха к остову тягового двигателя.

На нижней половине кожуха имеются: скоба 1 и кронштейн 3 — для крепления кожуха к остову тягового двигателя, масленка 7 — для заливки смазки в кожух, указатель уровня смазки 5. Обе половины кожуха по краям стянуты между собой двумя болтами 8 (М30) и тремя болтами 6 (М16) по линии разъема. Одновременно нижняя часть кожуха является масляной ванной для обеспечения смазы-

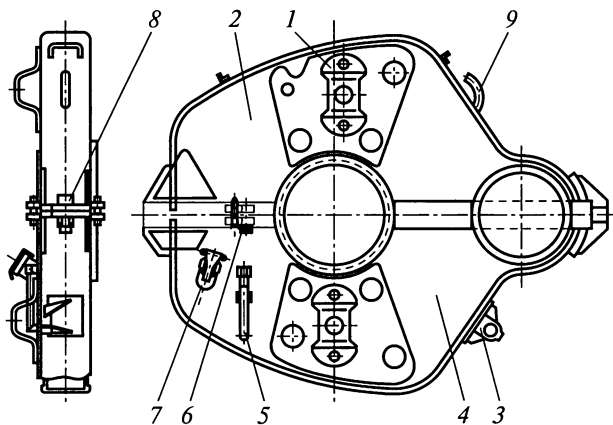


Рис. 20. Кожух зубчатой передачи

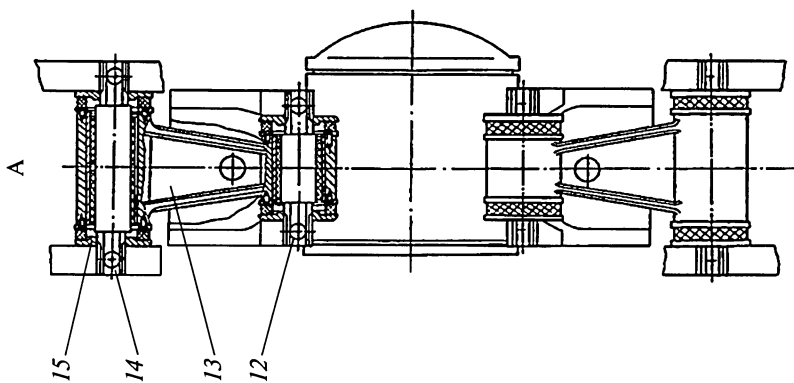
вания зубчатой передачи. В каждый кожух через штуцер 5 заливают 4 кг осерненной смазки ТУ 32ЦТ-551-73 зимой марки 3, летом марки Л. Для обеспечения нормальной и надежной работы узла в процессе эксплуатации следует регулярно контролировать наличие смазки в кожухах и по мере необходимости добавлять ее. Уровень смазки относительно зубчатого колеса проверяют специальным маслоуказателем который поставляется с каждым электровозом. При замере уровня масла конец указателя должен упираться в дно кожуха. При обнаружении течи кожухов сменяют уплотнения. Места повреждений зачищают и заклеивают стеклотканью на эпоксидной или полиэфирной смоле.

3.7. Буксовые узлы

Буксой называется узел ходовой части, предназначенный для передачи через подшипники вертикальной нагрузки (от веса тягового подвижного состава) на вращающиеся оси колесных пар, а также для передачи продольных горизонтальных (тяговых и тормозных) сил от буксовых шеек колесных пар через раму тележки движущемуся составу.

Буксы (рис. 21) используют двухповодковые с роликовыми подшипниками качения. Конструктивно букса состоит из корпуса 4, отлитого из стали 25Л-П, с четырьмя приливами для крепления тяг с сайлентблоками и двух тарельчатых приливов для установки на них пружин первой ступени рессорного подвешивания. К нижнему приливу приварен кронштейн для установки гидравлического гасителя колебаний двухстороннего действия. В нижней части корпуса буксы предусмотрена площадка для опоры стоек или домкратов при вывешивании колесных пар. Внутри корпуса размещаются два роликовых подшипника 3,7 типа 30-42536ЛМ размерами 180×320×86 мм и типа 30-52536ЛМ размерами 180×320×86/12. Внутренние кольца роликовых подшипников устанавливаются на шейку оси в горячем состоянии при температуре 100—120 °С. Натяг внутренних колец подшипников на шейке оси обеспечивается в пределах 0,04—0,06 мм. Заднее лабиринтное кольцо 1 перед посадкой на ось нагревают до температуры 120—130 °С. Нагрев внутренних колец подшипников и заднего лабиринтного кольца производится способом, исключающим их намагничивание, т.е. в масляной ванне. Наружные кольца подшипников с роликами в се-

б



а

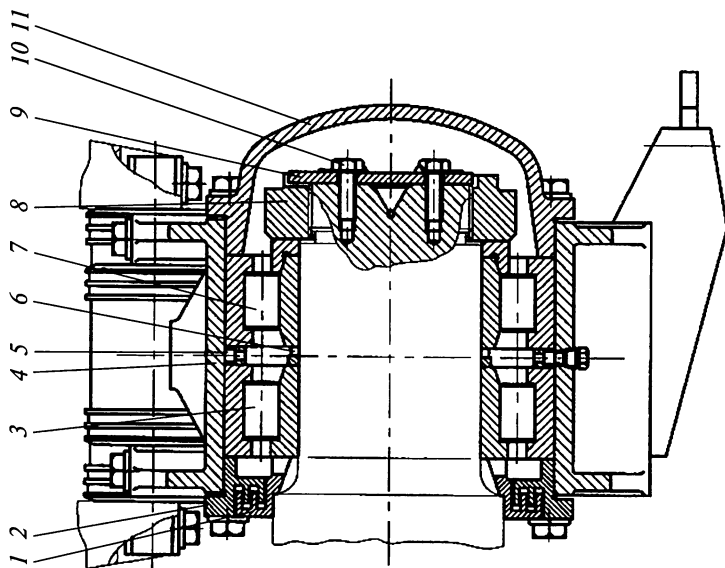


Рис. 21. Букса:
а — общий вид; б — вид сверху

параторах устанавливаются в корпус буксы по скользящей посадке с зазором 0,09 мм. Внутренние и наружные кольца роликовых подшипников разделены дистанционными кольцами 5 и 6. Внутренние кольца подшипников через дистанционное фасонное упорное кольцо стягиваются корончатой гайкой 8, которая фиксируется стопорной планкой 9, закрепленной двумя болтами 10 марки М16. Осовой разбег подшипников составляет 0,5—1,0 мм и достигается за счет подбора дистанционных колец по толщине. Радиальный зазор роликовых подшипников при подборе их в свободном состоянии должен быть 0,145—0,210 мм. Разность радиальных зазоров двух роликовых подшипников на одной буксе не более 0,03 мм. С внутреннего торца буксы закрыта лабиринтным кольцом 1, установленным на предподступичную часть оси, и крышкой 2. Канавки в торце и крышке образуют лабиринтное уплотнение, предохраняющее от попадания в полость буксы инородных тел и вытекания смазки из буксы. На передней 11 и задней 2 крышках буксы имеются кольцевые канавки для установки уплотняющих резиновых колец круглого сечения. Пространство в лабиринтной задней крышке, между подшипниками и передней крышкой, а также в самих подшипниках заполняется смазкой «Буксол». Общее количество смазки в одну буксу 3,5—4,0 кг. Как избыток смазки, так и ее недостаток вызывает нагрев буксы и усиленный износ подшипников. Пополнение смазки производится через отверстие в цилиндрической части корпуса буксы, закрытое пробкой. Передача тяговых и тормозных усилий от корпуса буксы на раму тележки производится через тяги 13, которые одним шарниром прикреплены к приливам корпуса буксы, а другим к кронштейнам рамы тележки. Шарниры тяг выполнены в виде резинометаллических валиков 12 и 14 и торцевых резинометаллических шайб 15. Работа при передаче тяговых и тормозных усилий осуществляется за счет деформации резиновых втулок резиноме-

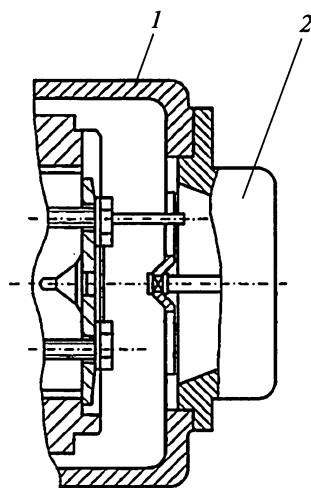


Рис. 22. Датчик угла поворота:

1 — крышка буксы; 2 — датчик угла поворота

таллических сайлентблоков без внешнего и внутреннего трения. Буксы первой и восьмой колесных пар, в соответствии с рис. 22, имеют передние крышки 1, с фланцами для установки датчиков угла поворота 2. Передача вращения от оси колесной пары к датчикам угла поворота осуществляется специальным болтом, ввинченным в торец оси и входящим в паз полумуфты приборов.

3.8. Автосцепка СА-3

Автосцепные устройства отечественного производства, обеспечивают автоматическое соединение единиц подвижного состава, удержание их на определенном расстоянии друг от друга, передачу усилий в поезде и смягчение действия этих усилий на подвижной состав.

К автосцепному устройству (рис. 23) относятся автосцепка 5, центрирующий прибор 7, расцепной привод 11, клин 4, тяговый хомут 3, поглощающий аппарат 2 и передняя упорная плита 6.

Автосцепка СА-3 нежесткого типа, т.е. она допускает взаимные вертикальные перемещения сцепок в пути следования, а также сцеп-

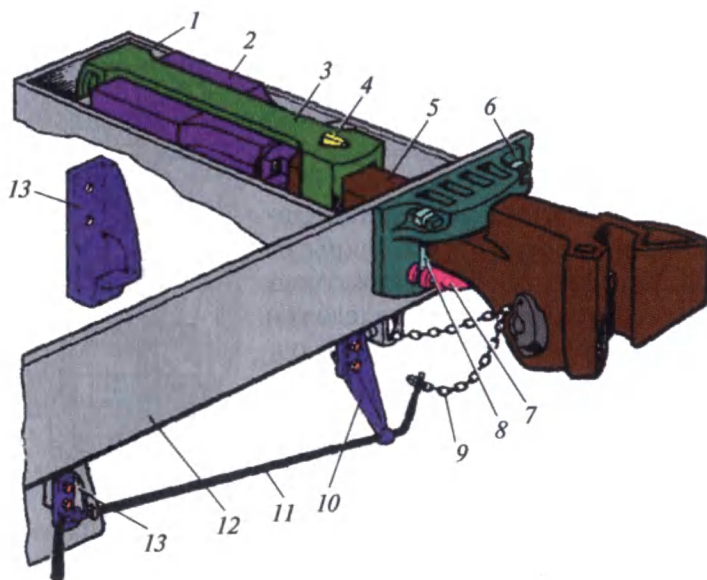


Рис. 23. Автосцепное устройство

ление их при разнице по высоте между продольными осями автосцепок в грузовом поезде до 100 мм, а по горизонтали — до 175 мм.

Автосцепка состоит из корпуса и механизма сцепления (рис. 24), к которому относятся замок, замкодержатель, предохранитель, подъемник и валик подъемника. Все детали автосцепки отлиты из мареновской стали.

У пустотелого корпуса автосцепки различают головную и хвостовую части. Голова автосцепки имеет два зуба — большой 5 и малый 1, пространство между которыми называется зевом. В кармане головы размещают механизм сцепления, для чего внутри кармана предусмотрены соответствующие приливы и отверстия. На конце полого хвостовика 3 сделано овальное отверстие *a* под клин, соединяющий автосцепку с тяговым хомутом. Торцовая поверхность хвостовика имеет цилиндрическую форму, что позволяет автосцепке поворачиваться в горизонтальной плоскости и обеспечивает точность удара в переднюю упорную плиту.

Замок служит для запираания сцепленных автосцепок. Через отверстие *ж* замка проходит валик подъемника. Овальная форма отверстия позволяет замку в процессе работы поворачиваться, для чего опорная поверхность *е* замка выполнена цилиндрической. Направляющий зуб 10 проходит через отверстие в корпусе автосцепки. По сигнальному отростку 9, окрашенному в красный цвет, определяют положение замка. Если сигнальный отросток виден, это означает, что автосцепка расцеплена. На цилиндрический шип 8 замка навешивают предохранитель, представляющий собой двухплечий рычаг. Верхнее плечо 11 предохранителя, расположенное на полочке 2 корпуса автосцепки, вместе с замкодержателем предотвращает саморасцеп автосцепок.

Замкодержатель обеспечивает удержание замка как в сцепленном (при помощи предохранителя), так и расцепленном (при помощи подъемника) положениях. Овальное отверстие *к* позволяет навесить замкодержатель на цилиндрический шип 4 корпуса автосцепки, относительно которого замкодержатель может не только поворачиваться, но и перемещаться вертикально при расцеплении автосцепок. Одно плечо замкодержателя — лапа 16 — выходит из кармана головы автосцепки в зев, а другое — противовес 15 — расположено в кармане и имеет выступ, в который при сцепленных автосцепках упирается верхнее плечо предохранителя.

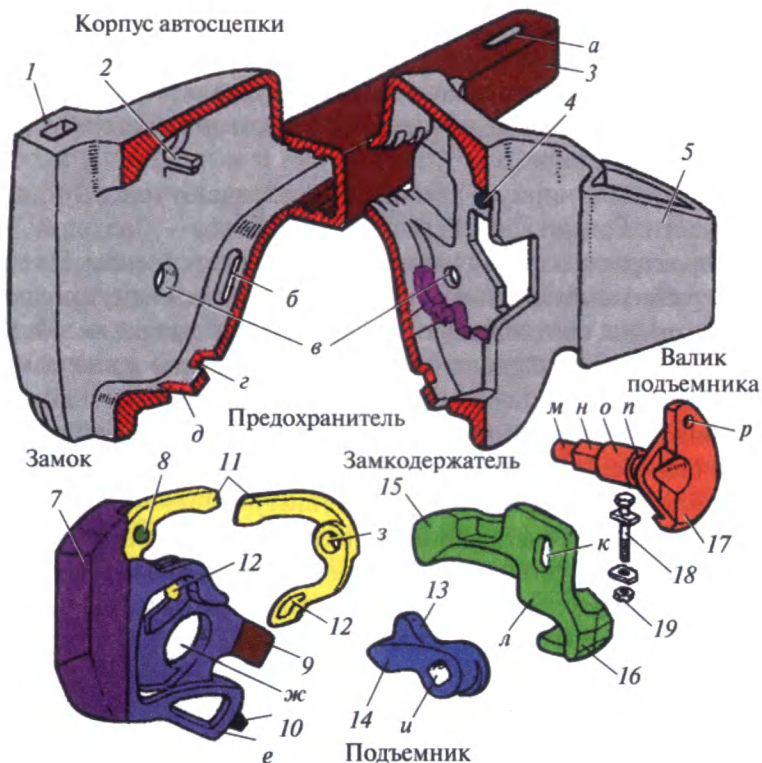


Рис. 24. Автосцепка СА-3:

1 — малый зуб; 2 — полочка предохранителя; 3 — хвостовик; 4 — цилиндрический шип; 5 — большой зуб; 6 — прилив подъемника; 7 — замок; 8 — шип предохранителя; 9 — сигнализатор замка; 10 — направляющий зуб замка; 11 — верхнее плечо предохранителя; 12 — нижнее плечо предохранителя; 13 — широкий палец подъемника; 14 — узкий палец подъемника; 15 — противовес замкодержателя; 16 — лапка замкодержателя; 17 — валик подъемника; 18 — стопорный болт; 19 — гайка; а — отверстие под тяговый хомут; б — Отверстие под сигнальный отросток; в — отверстие под валик подъемника; г — отверстие под направляющий зуб замка; д — отверстие для восстановления сцепления; е — плечо замка; ж — технологическое отверстие замка; з — отверстие предохранителя от саморасцепки; и — отверстие под валик подъемника; к — отверстие замкодержателя для установки в карман автосцепки; л — плечо замкодержателя; м, н, о, п — сечения валика подъемника; р — отверстие под цепочку расцепного привода

Подъемник вместе с валиком предназначены для расцепления автосцепок. Подъемник имеет два пальца — широкий 13 и узкий 14. При сборке механизма автосцепки подъемник кладут на прилив 6 корпуса автосцепки так, чтобы широкий палец 13 был сверху. Через квадратное отверстие и проходит валик подъемника, имеющий на конце балансир 17, к которому присоединяют цепочку ручного (расцепного) привода. Две цилиндрические части м и о разного диаметра валика подъемника проходят через отверстия в корпусе автосцепки. На цилиндрической части о большего диаметра сделан паз и для прохода запорного болта 18, удерживающего в собранном виде механизм сцепления.

В среднем положении (см. рис. 23), т.е. по оси электровоза, автосцепка удерживается благодаря центрирующему прибору, состоящему из двух маятниковых подвесок 8 и центрирующей балочки 7, на которую опирается автосцепка. Центрирующий прибор подвешен к ударной розетке 6 на буферном брус 12 главной рамы электровоза.

Сцепление автосцепок. При соударении автосцепок малые зубья скользят по наклонным поверхностям и входят в зевы. Замки обеих автосцепок утапливаются в карманах, а верхние плечи предохранителей скользят по полочкам и проходят над противовесами замкодержателей. При дальнейшем движении малые зубья нажимают на лапы замкодержателей и поворачивают их на шипах. Противовесы замкодержателей поднимают верхние плечи предохранителей. Когда малые зубья доходят до упора в корпус, замки освобождаются и выпадают из карманов в зевы, располагаясь между малыми зубьями. При этом верхние плечи предохранителей соскакивают на полочки с противовесов замкодержателей и устанавливаются против их выступов. Такое положение предохранителей исключает возможность саморасцепа, так как не позволяет замкам уходить из зевов. При сцепленных автосцепках сигнальные отростки замков не видны.

Расцепление автосцепок. Для расцепления достаточно увести из зева замок любой автосцепки. Для этой цели используется как ручной, так и дистанционный расцепной привод. Расцепной привод (см. рис. 23) состоит из расцепного рычага 11, проходящего через отверстия в кронштейне 13 и державке 10, соединенного цепочкой 9 с балансиrom валика подъемника. При повороте рукоятки расцепного рычага поворачивается валик подъемника с установленным

на нем подъемником. Широкий палец подъемника нажимает на нижнее плечо предохранителя, поворачивая его на шипе замка. При этом верхнее плечо предохранителя, лежавшее на полочке, поднимается выше противовеса замкодержателя. Затем этот же палец, упираясь в прилив замка, уводит его внутрь корпуса, расцепляя автосцепки.

Чтобы обеспечить устойчивое положение механизма в расцепленном состоянии при отпуске расцепного рычага, предусмотрен узкий палец подъемника. При дальнейшем повороте валика подъемник своим узким пальцем поднимает замкодержатель на шипе за счет овального отверстия и проскакивает за расцепной угол замкодержателя. Освободившись, замкодержатель опускается на шипе вниз и в таком положении удерживает подъемник (а значит, и замок) до тех пор, пока не освободится от действия малого зуба другой автосцепки. При расцепленных автосцепках сигнальный отросток замка выступает из корпуса автосцепки. После разведения автосцепок все детали их механизмов возвращаются в исходное положение под действием собственной массы, т.е. автосцепки опять готовы к сцеплению.

Работа «на буфер», т.е. толкание вагонов без сцепления автосцепок, обеспечивается при повороте валика подъемника расцепным приводом, рукоятку расцепного рычага при этом устанавливают на полочку кронштейна. Детали механизма сцепления занимают положение, соответствующее расцепленному состоянию, и удерживаются в этом положении натянутой цепью.

Осмотр и проверка исправности автосцепки. Нормативными документами установлены два вида осмотра автосцепок: полный (со снятием с локомотива) и наружный (без снятия автосцепки при текущем ремонте, когда степень износа детали определяют комбинированным шаблоном).

При приемке локомотива локомотивная бригада обязана проверить автосцепное устройство:

- отсутствие трещин в деталях, изломов и деформаций;
- состояние и исправность крепления деталей расцепного привода;
- правильность крепления валика подъемника и клина тягового хомута;
- свободу поперечного перемещения автосцепки от руки;

- исправное действие рассыпного рычага;
- исправное действие механизма от саморасцепа (правой рукой нажимаем-утапливаем замкодержатель, левой рукой давим на замок. Замок не должен перемещаться внутрь головки автосцепки. Нормальный ход от руки должен быть 7—18 мм.)

3.19. Поглощающий аппарат

Поглощающий аппарат предназначен для амортизации ударов и демпфирования продольных колебаний. Тяговый хомут обхватывает поглощающий аппарат и шарнирно соединен клином с автосцепкой. Он передает силу тяги от автосцепки поглощающему аппарату; от него сила тяги через упоры передается на раму кузова или тележки. При полном срабатывании поглощающего аппарата продольные сжимающие силы от автосцепки передаются непосредственно через розетку на раму.

Установлен вместе с передней упорной плитой в стальном тяговом хомуте 2 (рис. 25). Его головная и хвостовая части соединены двумя тяговыми полосами. В головной части сделано окно для прохода хвостовика автосцепки и отверстие под клин 14, соединяющий

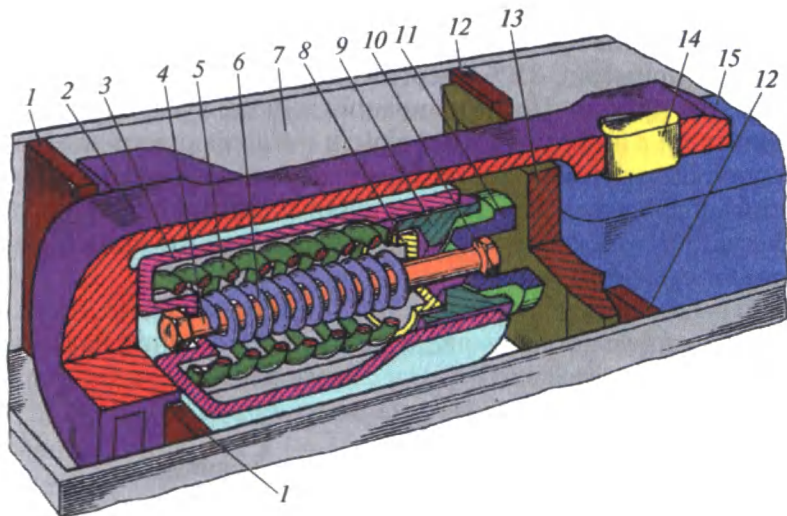


Рис. 25. Поглощающий аппарат

автосцепку с тяговым хомутом. Клин удерживается от выпадания двумя болтами, проходящими через отверстия в приливах тягового хомута. Через все детали аппарата проходит стяжной болт 4. Сборку аппарата ведут на прессе, при этом под гайку 10 стяжного болта ставят прокладку толщиной 10—15 мм, имеющую форму скобы. В собранном аппарате пружины 5 и 6 сжаты усилием 25 кН (2,5 тс). Поглощающий аппарат вместе с тяговым хомутом и передней упорной плитой расположен в стяжном ящике между четырьмя упорами (двумя передними 12 и двумя задними 1).

Работа пружинно-фрикционного поглощающего аппарата типа Ш-1-Т (Ш-1-ТМ) основана на принципе гашения ударов и рывков за счет трения клиньев о корпус и сжатия пружин. В корпусе 3 устанавливают две пружины (наружную 5 и внутреннюю 6), нажимную шайбу 8, три фрикционных клина 9 и нажимной конус 11.

Поглощающий аппарат при ударах и рывках работает на сжатие. Например, при сцеплении электровоза с составом может получиться удар, который через автосцепку будет передан передней упорной плите 13 и далее — поглощающему аппарату. Поскольку задние упоры стяжного ящика 7 не позволяют корпусу 3 перемещаться, происходит сжатие аппарата. Нажимной конус 11 раздвигает фрикционные клинья и перемещает их внутрь корпуса, одновременно сжимая пружины 5 и 6. За счет трения клиньев о стенки корпуса гасится примерно 85 % энергии удара, а остальные 15 % — за счет сжатия пружин. После окончания действия ударной нагрузки пружины 5 и 6 возвращают все детали поглощающего аппарата в исходное положение. Следует помнить, что при первом рабочем сжатии аппарата прокладка из-под гайки 10 стяжного болта выпадает. За счет пружин корпус и передняя упорная плита прижимаются к упорам стяжного ящика.

При рывке автосцепка через клин 14 и тяговый хомут 2 передает усилие на корпус поглощающего аппарата. Последний нажимным конусом 11 упирается в плиту 13 и сжимается, затрачивая энергию на трение клиньев о корпус и на сжатие пружин.

3.10. Букса моторно-осевого подшипника

Моторно-осевой подшипник (МОП) состоит из двух вкладышей и буксы. Вкладыши отливают из латуни и внутреннюю поверхность заливают баббитом марки Б16.

Для смазки моторно-осевых подшипников тягового двигателя применено устройство, обеспечивающее постоянный уровень жидкой смазки (рис. 26).

Смазку дополняют под давлением 3,5 Атм специальным заправочным устройством, наконечник которого через патрубок 4 плотно вставляют в отверстие 7, соединяющее рабочую камеру 6 с запасной камерой 5. Сначала масло заполняет запасную камеру 5, а затем через патрубок 3 начинает перетекать в рабочую камеру 6 и заполняет ее до тех пор, пока масло не закроет нижнее отверстие патрубка 3. После этого наконечник заправочного устройства вынимают из патрубка 4. При закрытом нижнем отверстии патрубка 3 более высокий уровень смазки в камере 5 (по сравнению с ее уровнем в камере 6) поддерживается атмосферным давлением, так как при перетекании смазки из камеры 5 в камеру 6 через отверстие 7 в верхней части камеры 5 происходит разряжение имеющегося там воздуха. Как только уровень смазки в рабочей камере 6 станет ниже уровня конца патрубка 3, в камеру 5 через этот патрубок начнет поступать воздух. При этом давление воздуха в верхней камере 5 повышается и смазка через отверстие 7 поступает в камеру 6 до тех пор, пока смазка опять не закроет нижнее отверстие патрубка 3.

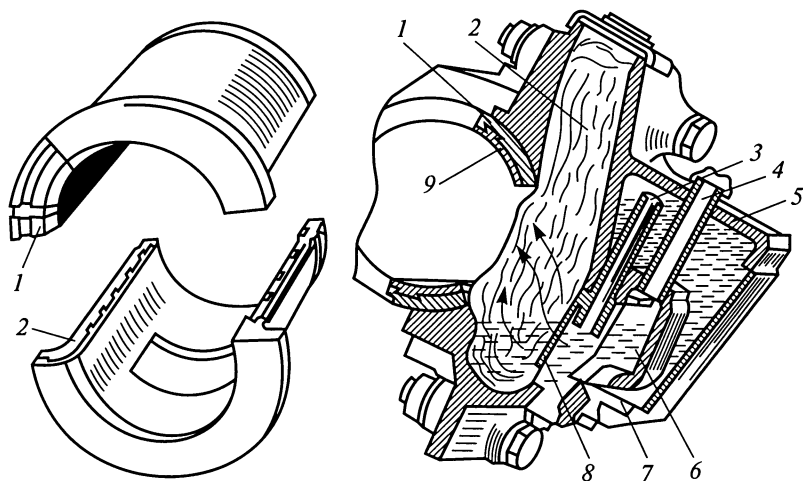


Рис. 26. Букса МОП

Таким образом, в рабочей камере 6 поддерживается практически постоянный уровень смазки, определяемый положением нижнего конца патрубка 3. Из рабочей камеры 6 смазка проходит через сетку 8 и по фитильным нитям 2 через окно во вкладыше 1 подшипника поступает к оси колесной пары и смазывает ее. Латунные вкладыши 1 моторно-осевых подшипников по внутренней поверхности залиты баббитом 9. Для предохранения смазки от попадания в нее влаги ось колесной пары между моторно-осевыми подшипниками закрыта специальным кожухом.

3.11. Кузов электровоза

Кузов представляет собой цельнометаллическую сварную конструкцию с несущей рамой. Основными составляющими узлами кузова являются рама, боковые и торцевые стенки, крыша, каркасы, форкамеры, песочницы, задвижные щиты и блокировки, крышки люков.

Электровоз состоит из трех кузовных секций. На кузове первой и третьей секции установлены кронштейны и рама для крепления блочной кабины. Кузова первой и третьей секции одинаковы по основным узлам, за исключением места под санузел, который устанавливается на второй секции. Третья секция отличается от первой и второй отсутствием кабины. Боковые стенки кузова и крыша имеют одинаковую длину с рамой кузова. На третьей секции установлена туалетная комната. На торцевой стенке установлен тамбур и входная дверь для перехода между секциями.

Все силовые элементы кузова изготовлены из ст3сп и низколегированных сталей марок 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД.

Рама кузова представляет конструкцию прямоугольной формы несущей все виды нагрузок. Она собрана из двух продольных боковых балок (боковин), соединенных по концам буферными брусками и в средней части поперечными балками, вспомогательных жесткостей и листов пола под установку оборудования, лобовой обшивки. Боковины изготовлены из прокатных швеллеров, связанных листом толщиной 8 мм.

По концам рамы в буферных брусках установлены автосцепные устройства с автосцепкой СА-3, с пружинно-фрикционным поглощающим аппаратом Ш-2-В-90 и упругой центрирующей балочкой. К нижней части буферных брусков приварены тяговые кронштейны.

Наиболее ответственные сварные швы подвергаются ультразвуковому контролю. Боковые и торцевые стенки представляют каркас из прокатных и гнутых профилей, обшитый листами толщиной 2 мм и 3 мм. Листы обшивки имеют продольные гофры.

Крыша представляет каркас из прокатных и гнутых профилей толщиной 3 мм и 4 мм, местами обшитый листами 2 мм. В крыше имеются люки, закрываемые крышками. Места соединения крышек и каркаса крыши имеют уплотнения, исключающие попадание влаги в кузов. В центральной трансформаторной крышке имеется люк с крышкой для выхода из кузова на крышу. На крыше кузова для уменьшения аэродинамического сопротивления движению электровоза и улучшения внешнего вида установлены фальшборты. Фальшборты изготовлены из гофрированного листа толщиной 1,5 мм с кронштейнами для крепления на крыше.

Каркасы представляют собой сварные конструкции, установлены на раме кузова для монтажа и установки оборудования, скомпонованного в блоки. Песочницы выполнены в виде сварных емкостей для песка и установлены на боковых стенках внутри кузова. Общий объем песка на электровозе 1200 л. Для засыпки песка на крыше имеются люки, закрываемые уплотняющимися крышками. Внутри горловин песочниц имеются сетки, а в нижней части песочниц имеются люки с крышками для прочистки патрубка, ведущего к форсунке.

Путеочиститель установлен на переднем буферном бруске первой и третьей секции электровоза. Конструкция путеочистителя рассчитана на продольное усилие 140 кН, приложенное к нижней балке. На путеочистителе установлен регулируемый по высоте козырек.

Каждая секция электровоза оборудована ручным тормозом. Ручные тормоза двух секций удерживают электровоз на уклоне 35 ‰. Колонка ручного тормоза со штурвалом установлена в кузове около кабины. Пол оклеивают поливинилхлоридным линолеумом, под которым расположены плоские нагревательные элементы. Облицовку стен, потолка выполняют декоративными панелями в которые встроены плоские нагревательные элементы. Лобовые и боковые (неподвижные) окна оборудованы изделиями остекления с электрообогревом и имеют повышенную прочность.

В туалетном помещении бустерной секции для утепления стен, пола, потолка применяется утеплитель «Пенофол» и теплоизоляция

ционный материал толщиной от 50 до 150 мм. Пол изготавливают из прочного стеклопластика выполненного из деталей в форме поддона со встроенными плоскими нагревательными элементами. Облицовку стен выполняют декоративными панелями со встроенными плоскими нагревательными элементами. Облицовку потолка выполняют металлопластом.

Блочная металлическая кабина крепится к раме, боковым стенкам и крыше кузова болтами. Металлический каркас кабины выполнен из труб прямоугольного сечения, катаных уголков и листовой стали толщиной 2—8 мм. Лобовая часть кабины ниже проема окон имеет силовой пояс для защиты локомотивной бригады при столкновении и выдерживает нагрузку 290 кН (30Тс) равномерно распределенную по ширине лобовой части кабины. В кабине установлены воздухопроводы для распределения охлажденного воздуха от кондиционеров и подогретого воздуха для воздушной завесы у дверного проема. Стены и потолок кабины облицованы формованными из стеклопласта боковыми панелями с декоративным покрытием. Улучшена теплоизоляция кабины за счет применения новых материалов. Отопление кабины в зимний период обеспечивается двумя калориферами, печами, термоэлектрическими кондиционерами, работающими как обогреватели и подающими нагретый воздух в зону двери, встроенными панельными обогревателями между внутренней декоративной обшивкой и теплоизоляцией на стенах и на полу.

На пультах управления предусмотрена декоративная обшивка из стеклопластика. Геометрические очертания пульта и компоновка рабочего места машиниста выполнены в соответствии с санитарными нормами и эргономическими требованиями, что позволило создать оптимальные условия управления в положениях сидя и стоя. Кабина управления оборудована средствами пожаротушения и эвакуации в соответствии с требованиями ЦТ-6, предусмотрена звуковая и световая сигнализация о возникновении пожара.

Со стороны машиниста размещается шкаф для хранения одежды. В шкафу также предусмотрены места для размещения аптечки, индивидуальных средств защиты и футляров под сигнальные принадлежности. Со стороны помощника машиниста установлен шкаф-пенал, в котором предусмотрено место для размещения электроплитки для подогрева пищи и термосов. В кабине имеется холодильник для хранения продуктов, пепельницы. Кабина оборудована унифици-

рованными креслами КЛ-7500. Кресло вращается вокруг своей оси, перемещается в горизонтальной и вертикальной плоскости. Подвеска кресла, положения сиденья и спинки кресла, положение и угол наклона подлокотников регулируются. Кресло обеспечивает удобную посадку машиниста при работе сидя, быстрый уход с рабочего места и не мешает работе стоя.

В кабине имеется система местного, рабочего и аварийного освещения. На потолке установлены два светильника для точечного освещения бланков предупреждения, расположенных на пульте. Кабина оборудована аварийными выходами, в качестве которых используются боковые окна, оснащенные спасательными веревками. Снаружи кабины со стороны машиниста и помощника установлены зеркала заднего вида со встроенными нагревателями. Управление зеркалами производится дистанционно из кабины с помощью джойстиков-переключателей.

4. Электрические машины

4.1. Общие сведения

Электрические машины постоянного и переменного тока используются как в качестве генераторов, так и в качестве двигателей. Наибольшее применение имеют двигатели постоянного тока, области применения и диапазон мощности которых достаточно широки: от долей ватт (для привода устройств автоматики) до нескольких тысяч киловатт (для привода прокатных станов, шахтных подъемников и других механизмов).

Достоинства и недостатки электрических машин постоянного тока.

Основные преимущества двигателей постоянного тока по сравнению с бесколлекторными двигателями переменного тока — хорошие пусковые и регулировочные свойства, возможность получения частоты вращения более 3000 об/мин, а недостатки — относительно высокая стоимость, некоторая сложность в изготовлении и пониженная надежность. Все эти недостатки машин постоянного тока обусловлены наличием в них щеточно-коллекторного узла, который к тому же является источником радиопомех и пожароопасности. Эти недостатки ограничивают применение машин постоянного тока.

В последние годы созданы и успешно применяются двигатели постоянного тока, у которых механический коллектор заменен бесконтактным коммутатором на полупроводниковых элементах, однако подобные двигатели пока изготавливаются на мощность не более 500 Вт.

4.2. Устройство и принцип действия машины постоянного тока

В настоящее время электромашиностроительные заводы изготавливают электрические машины постоянного тока, предназначенные для работы в самых различных отраслях промышленности, поэтому отдельные узлы этих машин могут иметь разную конструкцию, но общая конструктивная схема машин одинакова. Неподвижная часть машины постоянного тока называется остовом (рис. 27).

Остов состоит из станины 8 и главных полюсов 6. Станина 8 служит для крепления полюсов и подшипниковых щитов и является

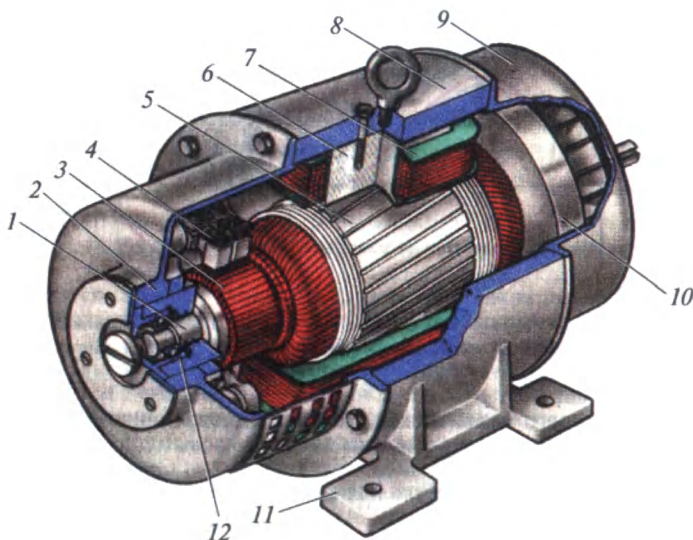


Рис. 27. Общее устройство машины постоянного тока:

1 — вал якоря; 2, 9 — подшипниковые щиты; 3 — коллектор; 4 — щеткодержатель; 5 — сердечник якоря; 6 — сердечник главного полюса; 7 — катушка возбуждения главного полюса; 8 — остов; 10 — крыльчатка вентилятора; 11 — лапы; 12 — подшипник

частью магнитопровода, так как через нее замыкается магнитный поток машины. Станину изготавливают из стали — материала, обладающего достаточной механической прочностью и большой магнитной проницаемостью. В нижней части станины имеются лапы 11 для крепления машины к фундаментальной плите, а по окружности станины расположены отверстия для крепления сердечников главных полюсов 6. Обычно станину делают цельной из стальной трубы, либо сварной из листовой стали, за исключением машин с весьма большим наружным диаметром, у которых станину делают разъемной, что облегчает транспортировку и монтаж машины.

Главные полюсы предназначены для создания в машине магнитного поля возбуждения. Главный полюс состоит из сердечника 6 и полюсной катушки 7. Со стороны, обращенной к якору, сердечник полюса имеет полюсный наконечник, который обеспечивает необходимое распределение магнитной индукции в зазоре машины и удерживает катушку возбуждения. Сердечники главных полюсов делают шихтованными из листовой конструкционной стали толщиной 1—2 мм или из тонколистовой электротехнической анизотропной холоднокатаной стали, например марки 3411. Штампованные пластины главных полюсов специально не изолируют, так как тонкая пленка окисла на их поверхности достаточна для значительного ослабления вихревых токов, наведенных в полюсных наконечниках пульсациями магнитного потока, вызванного зубчатостью сердечника якоря. Анизотропная сталь обладает повышенной магнитной проницаемостью вдоль проката, что должно учитываться при штамповке пластин и их сборке в пакет. Пониженная магнитная проницаемость поперек проката способствует ослаблению реакции якоря и уменьшению потока рассеяния главных и добавочных полюсов.

В машинах постоянного тока небольшой мощности полюсные катушки делают бескаркасными — намоткой медного обмоточного провода 3 непосредственно на сердечник полюса 2, предварительно наложив на него изоляционную прокладку (рис. 28, а). В большинстве машин (мощностью 1 кВт и более) полюсную катушку 3 делают каркасной: обмоточный провод наматывают на каркас (обычно пластмассовый), а затем надевают на сердечник полюса 2 (рис. 28, б). В некоторых конструкциях машин полюсную катушку для более интенсивного охлаждения разделяют по высоте на части, между которыми оставляют вентиляционные каналы.

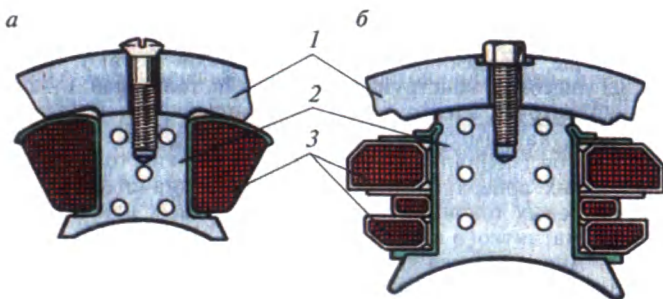


Рис. 28. Полюсные катушки:
а — бескаркасные; *б* — каркасные

Якорь машины постоянного тока (см. рис. 27) состоит из вала *1*, сердечника *5* с обмоткой и коллектора *3*. Сердечник якоря имеет шихтованную конструкцию и набирается из штампованных пластин тонколистовой электротехнической стали. Листы покрывают изоляционным лаком, собирают в пакет и запекают. Готовый сердечник напрессовывают на вал якоря. Такая конструкция сердечника якоря позволяет значительно ослабить в нем вихревые токи, возникающие в результате его перемагничивания в процессе вращения в магнитном поле. На поверхности сердечника якоря имеются продольные пазы, в которые укладывают обмотку якоря.

Обмотку выполняют медным проводом круглого или прямоугольного сечения. Пазы якоря после заполнения их проводами обмотки обычно закрывают клиньями (текстолитовыми или гетинаксовыми). В некоторых машинах пазы не закрывают клиньями, а накладывают на поверхность якоря бандаж. Бандаж делают из проволоки или стеклоленты с предварительным натягом. Лобовые части обмотки якоря крепят к обмоткодержателям бандажом.

Коллектор является одним из сложных узлов машины постоянного тока. Основными элементами коллектора являются пластины трапециевидального сечения из твердотянутой меди, собранные таким образом, что коллектор приобретает цилиндрическую форму. В зависимости от способа закрепления коллекторных пластин различают два основных типа коллекторов: со стальными конусными шайбами и на пластмассе. На рис. 29, *а* показано устройство коллектора со стальными конусными шайбами. Нижняя часть коллекторных

пластин 6 имеет форму «ласточкина хвоста». После сборки коллектора эти части пластин оказываются зажатыми между стальными шайбами 1 и 3, изолированными от медных пластин миканитовыми манжетами 4. Конусные шайбы стянуты винтами 2. Между медными пластинами расположены миканитовые изоляционные прокладки. В процессе работы машины рабочая поверхность коллектора постепенно истирается щетками. Чтобы при этом миканитовые прокладки не выступали над рабочей поверхностью коллектора, что вызвало бы вибрацию щеток и нарушение работы машины, между коллекторными пластинами фрезеруют пазы (дорожки) на глубину до 1,5 мм (см. рис. 29, б). Верхняя часть 5 коллекторных пластин (см. рис. 29, а), называемая петушком, имеет узкий продольный паз, в который закладывают проводники обмотки якоря и тщательно припаивают.

В машинах постоянного тока малой мощности часто применяют коллекторы на пластмассе, отличающиеся простотой в изготовлении. Набор медных и миканитовых пластин в таком коллекторе удерживается пластмассой, запрессованной в пространство между набором пластин и стальной втулкой, образующей корпус коллектора. Иногда с целью увеличения прочности коллектора эту пластмассу армируют стальными кольцами 3 (рис. 30). В этом случае мика-

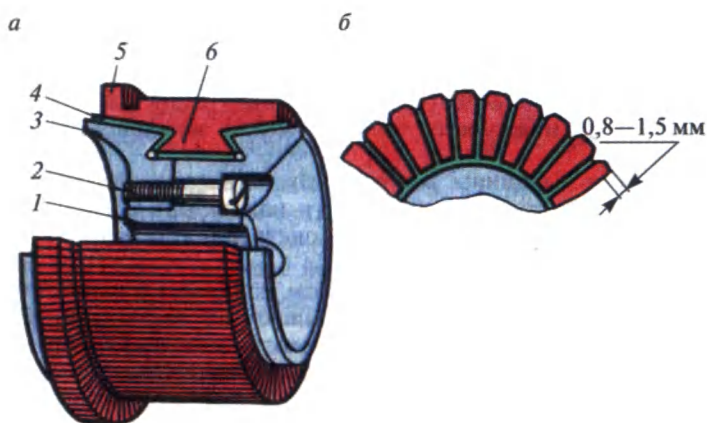


Рис. 29. Коллектор:
а — со стальными конусными шайбами; б — пазы

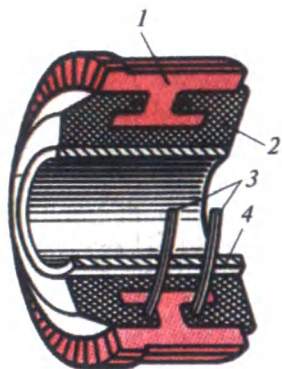


Рис. 30. Коллектор на пластмассовом основании

нитовые прокладки должны иметь размеры большие, чем у медных пластин 1, что исключит замыкание пластин стальными (армирующими) кольцами 3 (4 — стальная втулка).

Электрический контакт с коллектором осуществляется посредством щеток, располагаемых в щеткодержателях.

Щеткодержатель (рис. 31) состоит из обоймы 4, в которую помещают щетку 3, нажимного пальца 1, представляющего собой откидную деталь, передающую давление пружины 2 на щетку. Щеткодержатель крепят на пальце зажимом 5. Щетка снабжается гибким шунтом для включения ее в электрическую цепь машины. Все щеткодержатели одной полярности соединены между собой сборными шинами, подключенными к выводам машины. Одно из основных условий бесперебойной работы машины — плотный и надежный контакт между щеткой и коллектором. Давление на щетку должно быть отрегулировано, так как чрезмерный нажим может вызвать преждевременный износ щетки и перегрев коллектора, а недостаточный нажим — искрение на коллекторе.

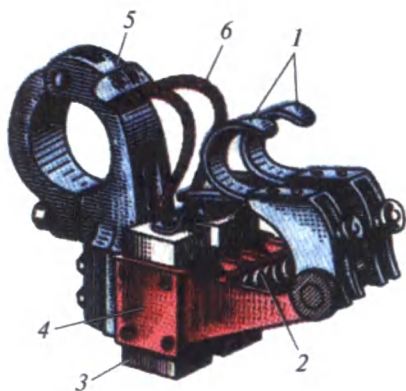


Рис. 31. Щеткодержатель

Принцип работы электрической машины постоянного тока в режиме двигателя. Если проводник длиной L поместить в магнитное поле с индукцией B и пропустить по нему ток I , то появится электромагнитная сила $F_{эм}$ (рис. 32). Данная электромагнитная сила определяется по правилу левой руки. Левую руку надо расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, 4 вытянутых пальца располагались по направлению тока в проводнике, тогда отогнутый на 90° боль-

шой палец укажет направление электромагнитной силы F (рис. 33). На рис. 34 представлена модель простейшего двигателя постоянного тока

$$U = E + I \cdot r. \quad (4.1)$$

Умножим обе части равенства на ток I :

$$UI = EI + I^2 r, \quad (4.2)$$

$$UI = BlvI + I^2 r, \quad (4.3)$$

$$UI = F_{\text{эм}} v + I^2 r. \quad (4.4)$$

Из этого равенства следует, что электрическая мощность, поступающая в проводник, частично преобразуется в механическую, а частично расходуется на покрытие электрических потерь в провод-

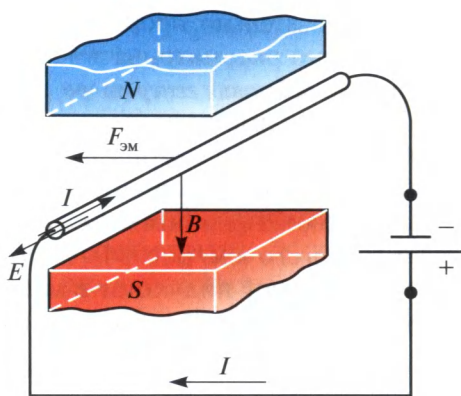


Рис. 32. Принцип действия двигателя

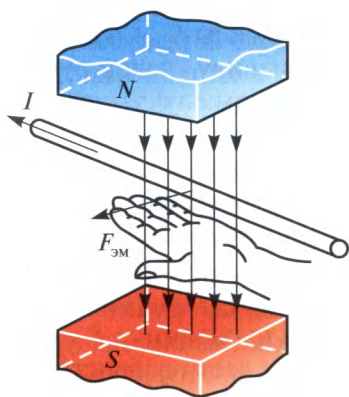


Рис. 33. Правило левой руки

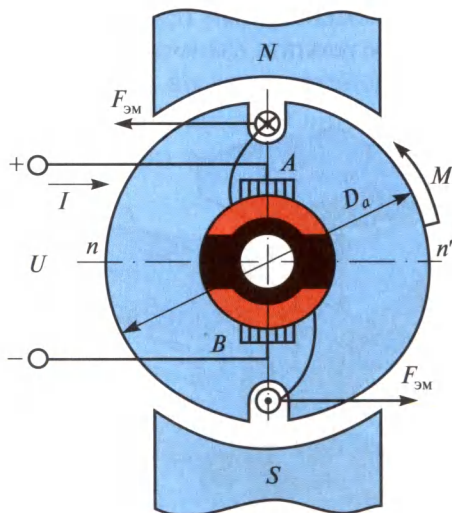


Рис. 34. Модель простейшего двигателя постоянного тока

нике. Следовательно, проводник с током, помещенный в магнитном поле, можно рассматривать как элементарный двигатель.

Принцип действия генератора. В процессе работы электрической машины в режиме генератора происходит преобразование механической энергии в электрическую. Природа этого процесса объясняется законом электромагнитной индукции: если внешней силой F воздействовать на помещенный в магнитное поле проводник и перемещать его (см. рис. 34), например, слева направо перпендикулярно вектору индукции B магнитного поля, то в проводнике будет наводиться электродвижущая сила:

$$E = Blv, \quad (4.5)$$

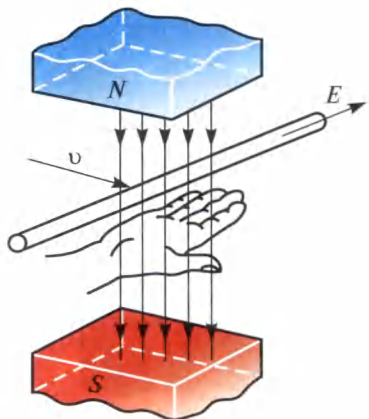
где B — магнитная индукция, Тл;

l — активная длина проводника, м.

Для определения направления ЭДС следует воспользоваться правилом «правой руки» (рис. 35). Применив это правило, определим направление ЭДС в проводнике. Если концы проводника замкнуты на внешнее сопротивление R , то под действием ЭДС в проводнике возникнет ток такого же направления. Таким образом, проводник в магнитном поле можно рассматривать в этом случае как элементарный генератор.

В результате взаимодействия тока I с магнитным полем возникает действующая на проводник электромагнитная сила:

$$F_{\text{эм}} = BIl. \quad (4.6)$$



Направление силы $F_{\text{эм}}$ можно определить по правилу «левой руки». В рассматриваемом случае эта сила направлена справа налево, т.е. противоположно движению проводника. Таким образом, в рассматриваемом элементарном генераторе сила $F_{\text{эм}}$ является тормозящей по отношению к движущей силе F . При равномерном движении проводника $F = F_{\text{эм}}$.

Умножив обе части равенства на скорость движения проводника, получим:

Рис. 35. Правило «правой руки»

$$F\upsilon = F_{\text{эм}}\upsilon, \quad (4.7)$$

$$F\upsilon = BII\upsilon = EI. \quad (4.8)$$

Левая часть равенства определяет значение механической мощности, затрачиваемой на перемещение проводника в магнитном поле; правая часть—значение электрической мощности, развиваемой в замкнутом контуре электрическим током. Знак равенства между этими частями показывает, что в генераторе механическая мощность, затрачиваемая внешней силой, преобразуется в электрическую.

4.3. Обмотки якоря

Петлевая обмотка якоря. Обмотка якоря машины постоянного тока представляет собой замкнутую систему проводников, определенным образом уложенных на сердечнике якоря и присоединенных к коллектору. Элементом обмотки якоря является секция (катушка), присоединенная к двум коллекторным пластинам. Расстояние между пазовыми частями секции (рис. 36) должно быть равно или мало отличаться от полюсного деления τ

$$\tau = \pi D_a / (2p), \quad (4.9)$$

где D_a — диаметр сердечника якоря, мм.

Обмотки якоря обычно выполняют двухслойными. Они характеризуются следующими параметрами: числом секции S ; числом пазов (реальных) Z ; числом секций, приходящихся на один паз, $S_n = S/Z$; числом витков секции w_c ; числом пазовых сторон в обмотке N ; числом пазовых сторон в одном пазу $p_n = N/Z = 2w_c S_n$. Верхняя пазовая сторона одной секции и нижняя пазовая сторона другой секции, лежащие в одном пазу, образуют элементарный паз. Число элементарных пазов в реальном пазе Z_n

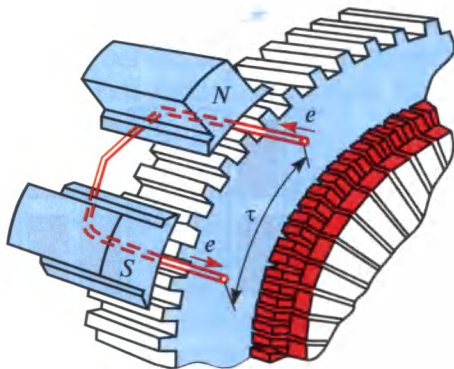


Рис. 36. Петлевая обмотка якоря

определяется числом секций, приходящихся на один паз: $S_n = S/Z$ (рис. 37).

Схемы обмоток якоря делают развернутыми, при этом все секции показывают одновитковыми. В этом случае каждой секции, содержащей две пазовые стороны, соответствует один элементарный паз. Концы секций присоединяют к коллекторным пластинам, при этом к каждой пластине присоединяют начало одной секции и конец другой, т.е. на каждую секцию приходится одна коллекторная пластина.

Таким образом, для обмотки якоря справедливо $S = Z_y = K$, где Z_y — число элементарных пазов; K — число коллекторных пластин в коллекторе. Число секций, приходящихся на один реальный паз, определяется отношением Z_y/Z .

В простой петлевой обмотке якоря каждая секция присоединена к двум рядом лежащим коллекторным пластинам. При укладке секций на сердечнике якоря начало каждой последующей секции соединяется с концом предыдущей, постепенно перемещаясь при этом по поверхности якоря (и коллектора) так, что за один обход якоря укладывают все секции обмотки. В результате конец последней секции оказывается присоединенным к началу первой секции, т.е. обмотка якоря замыкается.

На рис. 38 изображены части развернутой схемы простой петлевой обмотки, на которых показаны шаги обмотки — расстояния между пазовыми сторонами секций по якорю: первый частичный шаг по якорю y_1 , второй частичный шаг по якорю y_2 и результирующий шаг по якорю y .

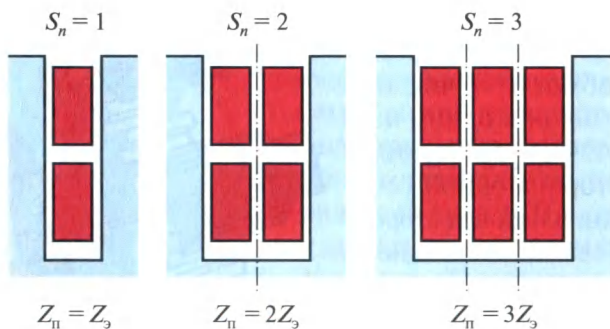


Рис. 37. Паз якоря

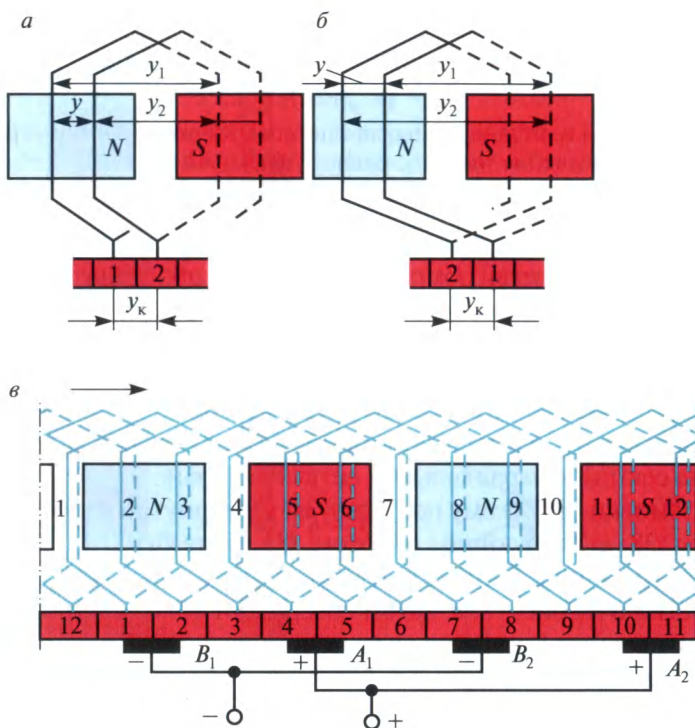


Рис. 38. Схема простой петлевой обмотки якоря

Если укладка секций обмотки ведется слева направо по якорю, то обмотка называется правоходовой (рис. 38, а), а если укладка секций ведется справа налево, то обмотка называется левоходовой (рис. 38, б). Для правоходовой обмотки результирующий шаг:

$$Y = y_1 - y_2. \quad (4.10)$$

Расстояние между двумя коллекторными пластинами, к которым присоединены начало и конец одной секции, называют шагом обмотки по коллектору y_k . Шаги обмотки по якорю выражают в элементарных пазах, а шаг по коллектору — в коллекторных делениях (пластинах). Начало и конец каждой секции в простой петлевой обмотке присоединены к рядом лежащим коллекторным пластинам, следовательно, $y = y_k = \pm 1$, где знак плюс соответствует правоходовой обмотке, а знак минус — левоходовой.

Для определения всех шагов простой петлевой обмотки достаточно рассчитать первый частичный шаг по якору:

$$y_1 = [Z_y / (2p)] \pm \varepsilon, \quad (4.11)$$

где ε — некоторая величина, меньшая единицы, вычитая или суммируя которую получают значение шага y_1 , равное целому числу.

Второй частичный шаг обмотки по якору:

$$y_2 = y_1 \pm y = y_1 \pm 1, \quad (4.12)$$

Параллельные ветви обмотки якоря. Если проследить за прохождением тока в секциях обмотки якоря (см. рис. 38, в), то можно заметить, что обмотка состоит из четырех участков, соединенных параллельно друг другу и называемых параллельными ветвями. Каждая параллельная ветвь содержит несколько последовательно соединенных секций с одинаковым направлением тока в них. Распределение секций в параллельных ветвях показано на электрической схеме обмотки. Эту схему получают из развернутой схемы обмотки (см. рис. 38, в) следующим образом. На листе бумаги изображают щетки и имеющие с ними контакт коллекторные пластины, как это показано на рис. 38, в. Затем совершают обход секций обмотки начиная с секции 1, которая оказывается замкнутой накоротко щеткой B_1 . Далее идут секции 2 и 3, которые образуют параллельную ветвь. Таким же образом обходят все остальные секции. В результате получаем схему с четырьмя параллельными ветвями, по две секции в каждой ветви.

Из полученной схемы следует, что ЭДС обмотки якоря определяется значением ЭДС одной параллельной ветви, тогда как значение тока обмотки определяется суммой токов всех ветвей обмотки:

$$I_a = 2ai_a \quad (4.13)$$

где $2a$ — число параллельных ветвей обмотки якоря;

i_a — ток одной параллельной ветви.

В простой петлевой обмотке число параллельных ветвей равно числу главных полюсов машины: $2a = 2p$.

Нетрудно заметить, что число параллельных ветвей в обмотке якоря определяет значение основных параметров машины — тока и напряжения.

Волновые обмотки якоря. Простая волновая обмотка. Простую волновую обмотку получают при последовательном соединении секций, находящихся под разными парами полюсов (рис. 39). Концы

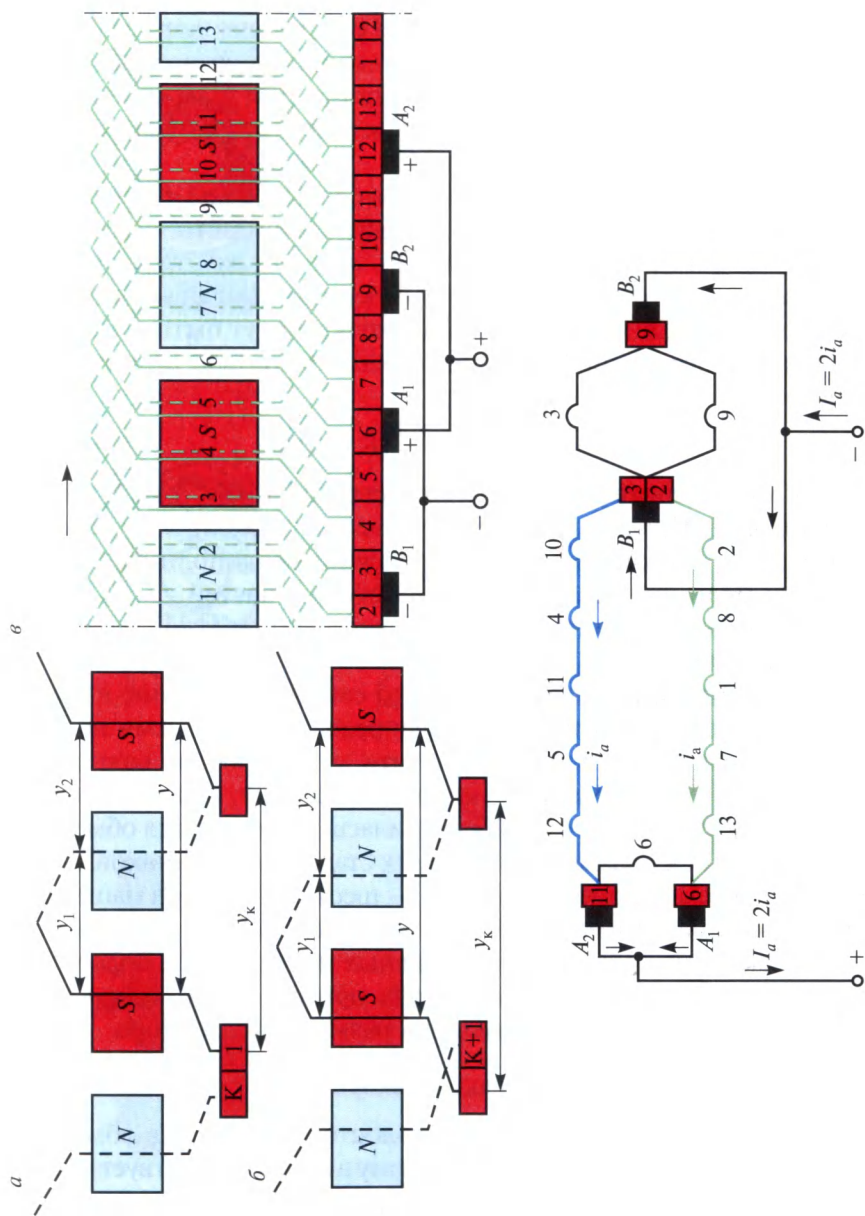


Рис. 39. Волновая обмотка якоря

секций простой волновой обмотки присоединены к коллекторным пластинам, удаленным друг от друга на расстояние шага обмотки по коллектору $y_k = y$. За один обход по якорю укладывают столько секций, сколько пар полюсов имеет машина, при этом конец последней по обходу секции присоединяют к пластине, расположенной рядом с исходной.

Простую волновую обмотку называют левоходовой, если конец последней по обходу секций присоединяется к пластине, находящейся слева от исходной (см. рис. 39, а). Если же эта пластина находится справа от исходной, то обмотку называют правоходовой (см. рис. 39, б). Секции волновой обмотки могут быть одновитковыми и многовитковыми. Шаг простой волновой обмотки по коллектору:

$$y_k = y = (K \pm 1) = (K \pm 1)/p. \quad (4.14)$$

Знак минус соответствует левоходовой обмотке, а знак плюс правоходовой. Правоходовая обмотка не получила практического применения, так как ее выполнение связано с дополнительным расходом меди на перекрещивание лобовых частей.

Первый частичный шаг обмотки определяют по (4.11), а второй частичный шаг $y_2 = y - y_1$.

Из рассмотренных схем видно, что секции, входящие в одну параллельную ветвь, равномерно распределены под всеми полюсами машины. Следует также отметить, что в простой волновой обмотке можно было бы обойтись двумя щетками, например щетками B_2 и A_2 . Но в этом случае, нарушилась бы симметрия обмотки и число секций в параллельных ветвях стало бы неодинаковым: в одной ветви семь секций, а в другой — шесть. Поэтому в машинах с простыми волновыми обмотками устанавливают полный комплект щеток, столько же, сколько главных полюсов, тем более что это позволяет уменьшить значение тока, приходящегося на каждую щетку, а следовательно, уменьшить размеры коллектора.

4.4. Реакция якоря

При работе машины в режиме холостого хода ток в обмотке якоря практически отсутствует, а поэтому в машине действует лишь МДС обмотки возбуждения $F_{\text{во}}$. Магнитное поле машины в этом случае симметрично относительно оси полюсов (рис. 40, а). График

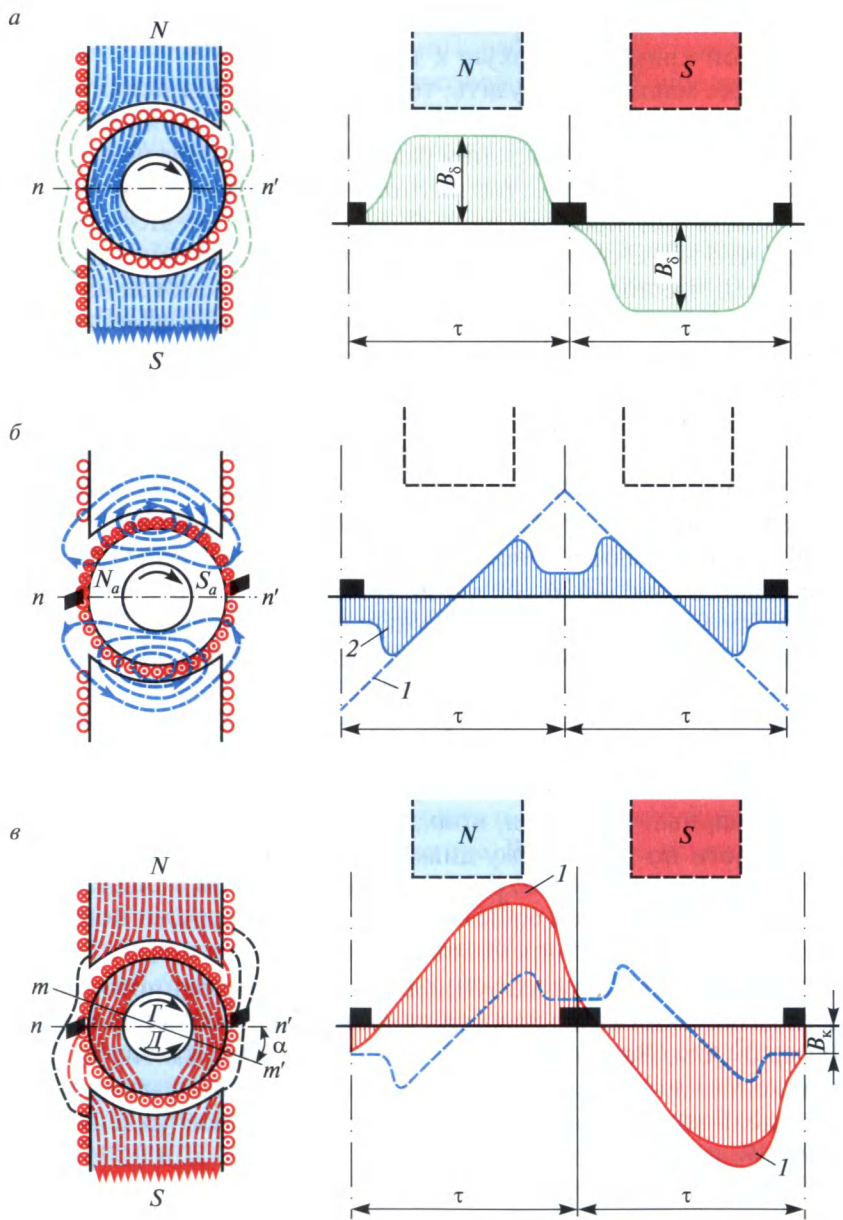


Рис. 40. Реакция якоря

распределения магнитной индукции в воздушном зазоре представляет собой кривую, близкую к трапеции.

Если же машину нагрузить, то в обмотке якоря появится ток, который создаст в магнитной системе машины МДС якоря F_a . Допустим, что МДС возбуждения равна нулю и в машине действует лишь МДС якоря. Тогда магнитное поле, созданное этой МДС, будет иметь вид, представленный на рис. 40, б. Из этого рисунка видно, что МДС обмотки якоря направлена по линии щеток (в данном случае по геометрической нейтрали). Несмотря на то, что якорь вращается, пространственное положение МДС обмотки якоря остается неизменным, так как направление этой МДС определяется положением щеток.

Наибольшее значение МДС якоря — на линии щеток (см. рис. 40, б кривая 1), а по оси полюсов эта МДС равна нулю. Однако распределение магнитной индукции в зазоре от потока якоря совпадает с графиком МДС лишь в пределах полюсных наконечников. В межполюсном пространстве магнитная индукция резко ослабляется (рис. 40, б кривая 2). Объясняется это увеличением магнитного сопротивления потоку якоря в межполюсном пространстве. МДС обмотки якоря на пару полюсов пропорциональна числу проводников в обмотке N и току якоря I_a :

$$F_a = NI_a / (4ap) \quad (4.15)$$

Введем понятие линейной нагрузки (А/м), представляющей собой суммарный ток якоря, приходящийся на единицу длины его окружности по наружному диаметру якоря D_a :

$$A = Nia / (\pi D_a), \quad (4.16)$$

где $i_a = Ia / (2a)$ — ток одного проводника обмотки, А.

Значение линейной нагрузки для машин постоянного тока общего назначения в зависимости от их мощности может быть (100—500 ч) 10^2 А/м. Воспользовавшись линейной нагрузкой, запишем выражение для МДС якоря: $F_a = At$. Таким образом, в нагруженной машине постоянного тока действуют две МДС: возбуждения $F_{в0}$ и якоря F_a .

Влияние МДС обмотки якоря на магнитное поле машины называют реакцией якоря. Реакция якоря искажает магнитное поле машины, делает его несимметричным относительно оси полюсов.

На рис. 40, *в* показано распределение магнитных силовых линий результирующего поля машины, работающей в генераторном режиме при вращении якоря по часовой стрелке. Такое же распределение магнитных линий соответствует работе машины в режиме двигателя, но при вращении якоря против часовой стрелки. Если принять, что магнитная система машины не насыщена, то реакция якоря будет лишь искажать результирующий магнитный поток, не изменяя его значения: край полюса и находящийся по ним зубцовый слой якоря, где МДС якоря совпадает по направлению с МДС возбуждения, подмагничиваются; другой край полюса и зубцовый слой якоря, где МДС направлена против МДС возбуждения, размагничиваются. При этом результирующий магнитный поток как бы поворачивается относительно оси главных полюсов на некоторый угол, а физическая нейтраль mm' (линия, проходящая через точки на якоре, в которых индукция равна нулю) смещается относительно геометрической нейтрали nn' на угол α . Чем больше нагрузка машины, тем сильнее искажение результирующего поля, а следовательно, тем больше угол смещения физической нейтрали.

При работе машины в режиме генератора физическая нейтраль смещается по направлению вращения якоря, а при работе двигателем — против вращения якоря.

Искажение результирующего поля машины неблагоприятно отражается на ее рабочих свойствах. Во-первых, сдвиг физической нейтрали относительно геометрической приводит к более тяжелым условиям работы щеточного контакта и может послужить причиной усиления искрения на коллекторе. Во-вторых, искажение результирующего поля машины влечет за собой перераспределение магнитной индукции в воздушном зазоре машины. На рис. 40, *в* показан график распределения результирующего поля в зазоре, полученный совмещением кривых, изображенных на рис. 39, *а*, *б*. Из этого графика следует, что магнитная индукция в зазоре машины распределяется несимметрично относительно оси полюсов, резко увеличиваясь под подмагниченными краями полюсов. Это приводит к тому, что мгновенные значения ЭДС секций обмотки якоря в моменты попадания их пазовых сторон в зоны максимальных значений магнитной индукции (под подмагниченные края полюсных наконечников) резко повышаются. В результате возрастает напряжение между смежными коллекторными пластинами U_k . При

значительных нагрузках машины напряжение U_k может превзойти допустимые пределы и миканитовая прокладка между смежными пластинами будет перекрыта электрической дугой. Имеющиеся на коллекторе частицы графита будут способствовать развитию электрической дуги, что приведет к возникновению мощной электрической дуги, перекрывающей весь коллектор или значительную его часть, — явления чрезвычайно опасного.

Таковы последствия влияния реакции якоря на машину с насыщенную магнитной системой. Если же магнитная система машины насыщена, что имеет место у большинства электрических машин, то подмагничивание одного края полюсного наконечника и находящегося под ним зубцового слоя якоря происходит в меньшей степени, чем размагничивание другого края и находящегося под ним зубцового слоя якоря происходит в меньшей степени, чем размагничивание другого края находящегося под ним зубцового слоя якоря.

Это благоприятно сказывается на распределении магнитной индукции в зазоре, которое становится более равномерным, так как максимальное значение индукции под подмагничиваемым краем полюсного наконечника уменьшается на величину, определяемую высотой участка 1 на рис. 40, *в*. Однако результирующий магнитный поток машины при этом уменьшается. Таким образом, реакция якоря в машине с насыщенной магнитной системой размагничивает машину (так же как и у синхронной машины при активной нагрузке). В результате ухудшаются рабочие свойства машины: у генераторов снижается ЭДС, у двигателей уменьшается вращающий момент.

Влияние реакции якоря на работу машины усиливается при смещении щеток с геометрической нейтрали. Объясняется это тем, что вместе со щетками смещается и вектор МДС якоря (рис. 41, *а*).

При этом МДС якоря F_a помимо поперечной составляющей $F_{aq} = F_a \cos\beta$ приобретает и продольную составляющую $F_{ad} = F_a \sin\beta$, направленную по оси полюсов. Если машина работает в генераторном режиме, то при смещении щеток в направлении вращения якоря продольная составляющая МДС якоря действует встречно МДС обмотки возбуждения $F_{во}$, что ослабляет основной магнитный поток машины; при смещении щеток против вращения якоря продольная составляющая МДС якоря F_{ad} действует согласованно

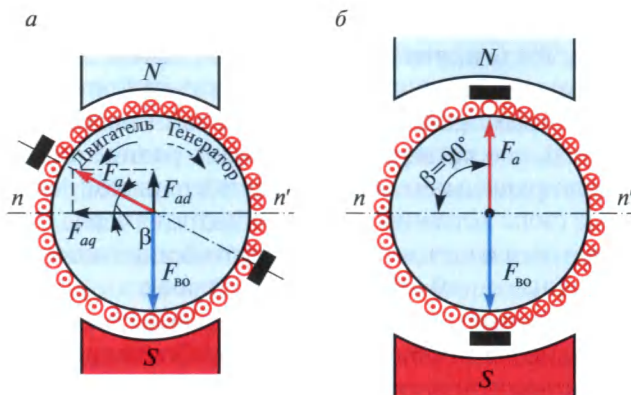


Рис. 41. Разложение МДС обмотки якоря на продольную и поперечную составляющие

с МДС F_{bo} , что вызывает некоторое подмагничивание машины и может явиться причиной искрения на коллекторе. Если машина работает в двигательном режиме, то при смещении щеток по направлению вращения якоря продольная составляющая МДС якоря F_{ad} подмагничивает машину, а при смещении щеток против вращения якоря продольная составляющая F_{ad} размагничивает машину. При дальнейшем рассмотрении вопросов, связанных с действием продольной составляющей МДС якоря, будем иметь в виду лишь ее размагничивающее действие, так как подмагничивающее действие F_{ad} в машинах постоянного тока общего назначения недопустимо из-за нарушения работы щеточного контакта.

Следует обратить внимание на то, что смещение щеток с геометрической нейтрали влияет и на поперечную составляющую МДС якоря — величину, зависящую от угла β , с ростом которого она уменьшается ($F_{aq} = F_a \cos \beta$). Таким образом, в коллекторных машинах возможны два случая:

1. щетки установлены на геометрической нейтрали и реакция якоря является только поперечной;
2. щетки смещены с геометрической нейтрали и реакция якоря имеет две составляющие — поперечную и продольную (размагничивающую).

Принципиально также возможен случай, когда реакция якоря по поперечной оси отсутствует. Это имеет место, когда щетки

расположены по оси, перпендикулярной геометрической нейтрали, т.е. когда $\beta = 90^\circ$ (см. рис. 41, б). Однако такой случай не имеет практического применения, так как машина становится неработоспособной: в генераторном режиме ЭДС машины равна нулю, так как в параллельную ветвь обмотки входит равное число секций с встречным направлением ЭДС, а в двигательном режиме электромагнитные силы активных сторон обмотки якоря, действующие слева и справа от оси щеток, равны и противоположно направлены, а поэтому вращающего момента не создают.

Устранение вредного влияния реакции якоря. В связи с тем, что реакция якоря неблагоприятно влияет на рабочие свойства машины постоянного тока, при проектировании машины принимают меры к устранению реакции якоря или хотя бы к ослаблению ее влияния до допустимых пределов.

Компенсационная обмотка. Наиболее эффективным средством подавления влияния реакции якоря по поперечной оси является применение в машине компенсационной обмотки. Эту обмотку укладывают в пазы полюсных наконечников (рис. 42) и включают последовательно с обмоткой якоря таким образом, чтобы МДС компенсационной обмотки F_K была противоположна по направлению МДС обмотки якоря F_a . Компенсационную обмотку делают распределенной по поверхности полюсного наконечника всех главных полюсов машины. При этом линейную нагрузку для компенсационной обмотки принимают равной линейной нагрузке обмотки якоря. Включение компенсационной обмотки последовательно в цепь якоря обеспечивает автоматичность компенсации МДС якоря при любой (в пределах номинальной) нагрузке машины. Таким

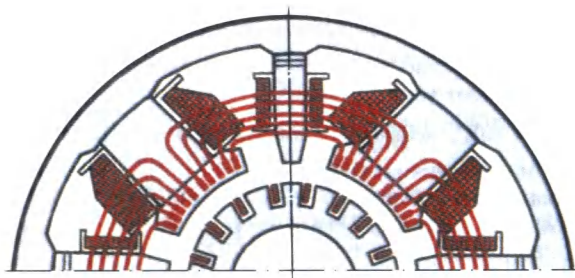


Рис. 42. Установка компенсационной обмотки

образом, в машине постоянного тока с компенсационной обмоткой при переходе от холостого хода к режиму нагрузки закон распределения магнитной индукции в зазоре главных полюсов остается практически неизменным. Однако в межполюсном пространстве часть МДС якоря остается некомпенсированной. Нежелательное влияние этой МДС на работу щеточного контакта устраняют применением в машине добавочных полюсов.

Компенсационные обмотки применяют лишь в машинах средней и большой мощности — более 150—500 кВт при $U > 440$ В, работающих с резкими колебаниями нагрузки, например в двигателях для прокатных станков. Объясняется это тем, что компенсационная обмотка удорожает и усложняет машину, и ее применение в некоторых машинах экономически не оправдывается.

Увеличение воздушного зазора под главными полюсами. В машинах малой и средней мощности, не имеющих компенсационной обмотки, вредное влияние реакции якоря по поперечной оси ослабляют соответствующим выбором воздушного зазора под главными полюсами. При этом следует иметь в виду, что при достаточно малом воздушном зазоре и значительной линейной нагрузке реакция якоря по поперечной оси может не только ослабить магнитное поле под одной из частей главного полюса, но и перемагнитить его, т.е. изменить полярность — «опрокинуть поле». Некоторое увеличение воздушного зазора под главными полюсами, особенно на их краях, значительно ослабляет действие реакции якоря. Однако не следует забывать, что увеличение воздушного зазора ведет к необходимости повышения МДС обмотки главных полюсов, а следовательно, и к увеличению размеров полюсных катушек, полюсов и габарита машины в целом.

На этом же принципе уменьшения МДС поперечной реакции якоря за счет повышенного магнитного сопротивления на пути ее действия основан и другой способ ослабления действия реакции якоря. Этот способ состоит в том, что сердечники главных полюсов делают из листовой анизотропной (холоднокатаной) стали (обычно применяют сталь марки 3411). Эта сталь в направлении проката обладает повышенной магнитной проницаемостью, а «поперек проката» — небольшой магнитной проницаемостью. Штамповать пластины полюсов из такой стали следует так, чтобы ось полюса совпадала с направлением проката листа стали.

4.5. Коммутация в машинах постоянного тока

При работе машины постоянного тока щетки и коллектор образуют скользящий контакт. Площадь контакта щетки выбирают по значению рабочего тока машины, приходящегося на одну щетку, в соответствии с допустимой плотностью тока для выбранной марки щеток. Если по какой-то причине щетка прилегает к коллектору не всей поверхностью, то возникают чрезмерные местные плотности тока, приводящие к искрению на коллекторе.

Причины, вызывающие искрение на коллекторе, разделяют на механические, потенциальные и коммутационные.

Механические причины искрения — слабое давление щеток на коллектор, биение коллектора, его эллиптичность или негладкая поверхность, загрязнение поверхности коллектора, выступание миканитовой изоляции над медными пластинами, неплотное закрепление траверсы, пальцев или щеткодержателей, а также другие причины, вызывающие нарушение электрического контакта между щеткой и коллектором.

Потенциальные причины искрения появляются при возникновении напряжения между смежными коллекторными пластинами, превышающего допустимое значение. В этом случае искрение наиболее опасно, так как оно обычно сопровождается появлением на коллекторе электрических дуг.

Коммутационные причины искрения создаются физическими процессами, происходящими в машине при переходе секций обмотки якоря из одной параллельной ветви в другую.

Иногда искрение вызывается целым комплексом причин, выяснение которых следует начинать с механических, так как их обнаруживают осмотром коллектора и щеточного устройства. Труднее обнаружить и устранить коммутационные причины искрения.

При выпуске готовой машины с завода в ней настраивают *темную* коммутацию, исключаящую какое-либо искрение на коллекторе в процессе эксплуатации машины, по мере износа коллектора и щеток, возможно появление искрения. В некоторых случаях оно может быть значительным и опасным, тогда машину необходимо остановить для выяснения и устранения причин искрения. Однако небольшое искрение в машинах общего назначения обычно допустимо. Согласно ГОСТу, искрение на коллекторе оценивается

степенью искрения (классом коммутации) под сбегающим краем щетки.

В настоящее время в электромашиностроении существует пять степеней искрения:

Степень 1 — искрения нет (темная коммутация).

Степень $1\frac{1}{4}$ — слабое искрение под небольшой частью щетки, не вызывающее почернения коллектора и появления нагара на щетках.

Степень $1\frac{1}{2}$ — слабое искрение под большей частью щетки, приводящее к появлению следов почернения на коллекторе, легко устранимого протиранием поверхности коллектора бензином, и следов нагара на щетках.

Степень 2 — искрение под всем краем щетки. Допускается только при кратковременных толчках нагрузки и при перегрузке. Приводит к появлению следов почернения на коллекторе, не устранимых протиранием поверхности коллектора бензином, а также следов нагара на щетках.

Степень 3 — значительное искрение под всем краем щетки с появлением крупных вылетающих искр, приводящее к значительному почернению коллектора, не устранимое протиранием поверхности коллектора бензином, а также к подгару и разрушению щеток. Допускается только для моментов прямого (безреостатного) включения или реверсирования машин, если при этом коллектор и щетки остаются в состоянии, пригодном для дальнейшей работы.

Если допустимая степень искрения в паспорте электрической машины не указана, то при номинальной нагрузке она не должна превышать $1\frac{1}{2}$.

При вращении якоря машины постоянного тока коллекторные пластины поочередно вступают в соприкосновение с щетками. При этом переход щетки с одной пластины (сбегающей) на другую (набегающую) сопровождается переключением секции обмотки из одной параллельной ветви в другую и изменением как значения, так и направления тока в этой секции. Процесс переключения секции из одной параллельной ветви в другую и сопровождающие его явления называются коммутацией.

Секция, в которой происходит коммутация, называется коммутирующей, а продолжительность процесса коммутации — периодом коммутации:

$$T_k = [60/(Kn)] (b_{щ}/b_k), \quad (4.17)$$

где $b_{щ}$ — ширина щетки; K — число коллекторных пластин; n — частота вращения якоря, об/мин; b_k — расстояние между серединами соседних коллекторных пластин (коллекторное деление).

Сложность процессов коммутации не позволяет рассмотреть коммутацию в общем виде. Поэтому для получения аналитических и графических зависимостей, поясняющих коммутацию, допускают, что ширина щетки равна коллекторному делению; щетки расположены на геометрической нейтрали; электрическое сопротивление коммутирующей секции и мест ее присоединения к коллектору по сравнению с сопротивлением переходного контакта «щетка-коллектор» пренебрежимо мало (обычно такое соотношение указанных сопротивлений соответствует действительности).

В начальный момент коммутации (рис. 43, а) контактная поверхность щетки касается только пластины 1, а коммутирующая секция относится к левой параллельной ветви обмотки и ток в ней равен i_a . Затем пластина 1 постепенно сбегает со щетки и на смену ей набегает пластина 2. В результате коммутирующая секция оказы-

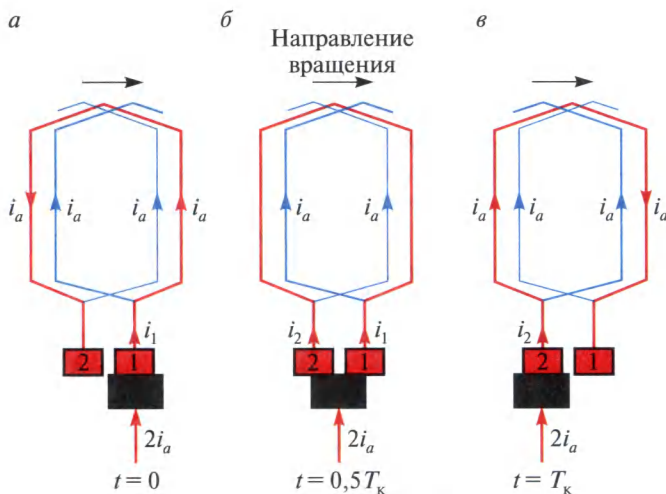


Рис. 43. Коммутация

вается замкнутой щеткой и ток в ней постепенно уменьшается. В середине процесса коммутации ($t = 0,5T_k$) контактная поверхность щетки равномерно перекрывает обе коллекторные пластины (рис. 43, б). В конце коммутации ($t = T_k$) щетка полностью переходит на пластину 2 и теряет контакт с пластиной 1 (рис. 43, в), а ток в коммутирующей секции становится равным i_a , т.е. по значению таким же, что и в начале коммутации, а по направлению — противоположным. При этом коммутирующая секция оказалась в правой параллельной ветви обмотки.

4.6. Характеристики двигателя последовательного возбуждения

В этом двигателе обмотка возбуждения включена последовательно в цепь якоря (рис. 44, а), поэтому магнитный поток Φ в нем зависит от тока нагрузки. При небольших нагрузках магнитная система машины не насыщена и зависимость магнитного потока от тока нагрузки прямо пропорциональна, т.е. $\Phi = k_\Phi I_a$.

Таким образом, вращающий момент двигателя при ненасыщенном состоянии магнитной системы пропорционален квадрату тока, а частота вращения обратно пропорциональна току нагрузки. На рис. 44, б представлены рабочие характеристики $M = f(I)$ и $n = f(I)$ двигателя последовательного возбуждения. При больших нагрузках наступает насыщение магнитной системы двигателя. В этом случае магнитный поток при возрастании нагрузки практически не изменяется и характеристики двигателя приобретают почти прямолинейный характер. Характеристика частоты вращения двигателя

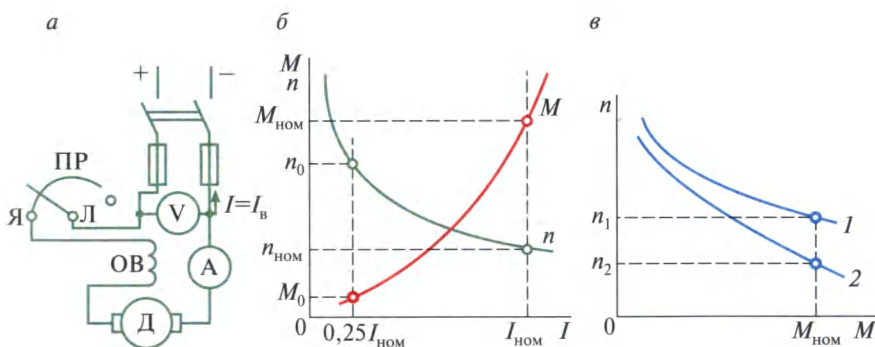


Рис. 44. Характеристики двигателя последовательного возбуждения

последовательного возбуждения показывает, что частота вращения двигателя значительно меняется при изменениях нагрузки. Такую характеристику принято называть мягкой.

При уменьшении нагрузки двигателя последовательного возбуждения частота вращения резко увеличивается и при нагрузке меньше 25 % от номинальной может достигнуть опасных для двигателя значений «разнос». Поэтому работа двигателя последовательного возбуждения или его пуск при нагрузке на валу меньше 25 % от номинальной не допустима.

Для более надежной работы вал двигателя последовательного возбуждения должен быть жестко соединен с рабочим механизмом посредством муфты и зубчатой передачи. Применение ременной передачи недопустимо, так как при обрыве или сбросе ремня может произойти разнос двигателя.

Механические характеристики двигателя последовательного возбуждения представлены на рис. 44, *в*. Резко падающие кривые механических характеристик (естественная 1 и искусственная 2) обеспечивают двигателю последовательного возбуждения устойчивую работу при любой механической нагрузке. Свойства этих двигателей развивать большой вращающий момент, пропорциональный квадрату тока нагрузки, имеет важное значение, особенно в тяжелых условиях пуска и при перегрузках, т.к. с постепенным увеличением нагрузки двигателя мощность на его входе растет медленнее, чем вращающий момент. Эта особенность двигателей последовательного возбуждения является одной из причин их широкого применения в качестве тяговых двигателей на транспорте, а также в качестве крановых двигателей в подъемных установках, т.е. во всех случаях электропривода с тяжелыми условиями пуска и сочетания значительных нагрузок на вал двигателя с малой частотой вращения.

4.7. Пуск двигателя в работу и рабочие характеристики

Ток якоря двигателя определяется формулой:

$$I_a = \frac{U - E_a}{\sum r}. \quad (4.18)$$

Если принять U и $\sum r$ неизменными, то ток I_a зависит от противо-ЭДС E_a . Наибольшего значения ток I_a достигает при пуске

двигателя в ход. В начальный момент пуска якорь двигателя неподвижен и в его обмотке не индуцируется ЭДС ($E_a = 0$). Поэтому при непосредственном подключении двигателя к сети в обмотке его якоря возникает пусковой ток:

$$I_a = \frac{U}{\sum r}. \quad (4.19)$$

Обычно сопротивление $\sum r$ невелико, поэтому значение пускового тока достигает недопустимо больших значений, в 10—20 раз превышающих номинальный ток двигателя.

Такой большой пусковой ток весьма опасен для двигателя. Во-первых, он может вызвать в машине круговой огонь, а во-вторых, при таком токе в двигателе развивается чрезмерно большой пусковой момент, который оказывает ударное действие на вращающиеся части двигателя и может механически их разрушить. И наконец, этот ток вызывает резкое падение напряжения в сети, что неблагоприятно отражается на работе других потребителей, включенных в эту сеть. Поэтому пуск двигателя непосредственным подключением в сеть (безреостатный пуск) обычно применяют для двигателей мощностью не более 0,7—1,0 кВт. В этих двигателях благодаря повышенному сопротивлению обмотки якоря и небольшим вращающимся массам значение пускового тока лишь в 3—5 раз превышает номинальный, что не представляет опасности для двигателя. Что же касается двигателей большей мощности, то при их пуске для ограничения пускового тока используют пусковые реостаты (ПР), включаемые последовательно в цепь якоря (реостатный пуск).

Перед пуском двигателя необходимо рычаг Р реостата поставить на холостой контакт 0 (рис. 45). Затем включают рубильник, переводят рычаг на первый промежуточный контакт 1 и цепь якоря двигателя оказывается подключенной к сети через наибольшее сопротивление реостата.

Одновременно через рычаг Р и шину Ш к сети подключается обмотка возбуждения, ток в которой в течение всего периода пуска не зависит от положения рычага Р, так как сопротивление шины по сравнению с сопротивлением обмотки возбуждения пренебрежимо мало.

Пусковой ток якоря при полном сопротивлении пускового реостата:

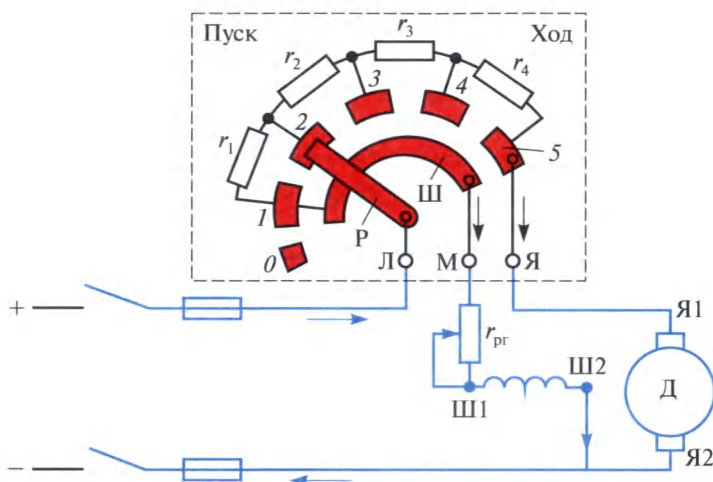


Рис. 45. Пуск двигателя последовательного возбуждения в работу

$$I_a = \frac{U - E_a}{\sum r + r_{\text{пр}}}. \quad (4.20)$$

С появлением тока в цепи якоря возникает пусковой момент, под действием которого начинается вращение якоря. По мере нарастания частоты вращения увеличивается противо-ЭДС, что ведет к уменьшению пускового тока и пускового момента.

По мере разгона якоря двигателя рычаг пускового реостата переключают в положения 2, 3 и т.д. В положении 5 рычага реостата пуск двигателя заканчивается. Сопротивление пускового реостата выбирают обычно таким, чтобы наибольший пусковой ток превышал номинальный не более чем в 2—3 раза.

Так как вращающий момент двигателя прямопропорционален потоку Φ , то для облегчения пуска двигателя параллельного и смешанного возбуждения сопротивление реостата в цепи возбуждения следует полностью вывести. Поток возбуждения Φ в этом случае получает наибольшее значение и двигатель развивает необходимый вращающий момент при меньшем токе якоря.

Для пуска двигателей большей мощности применять пусковые реостаты нецелесообразно, так как это вызвало бы значительные потери энергии. Кроме того, пусковые реостаты были бы громоздкими. Поэ-

тому в двигателях большой мощности применяют безреостатный пуск двигателя путем понижения напряжения. Примерами этого являются пуск тяговых двигателей электровоза переключением их с последовательного соединения при пуске на параллельное при нормальной работе или пуск двигателя в схеме «генератор—двигатель».

Частоту вращения двигателей последовательного возбуждения можно регулировать изменением либо напряжения U , либо магнитного потока обмотки возбуждения. В первом случае в цепь якоря последовательно включают регулировочный реостат $R_{\text{пр}}$ (рис. 46, а). С увеличением сопротивления этого реостата уменьшаются напряжение на входе двигателя и частота его вращения. Этот метод

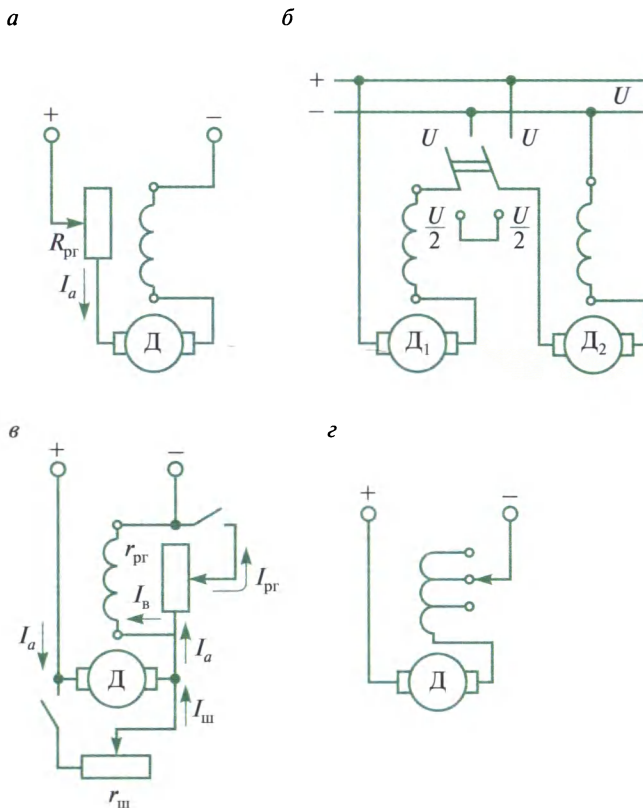


Рис. 46. Способы регулирования частоты вращения якоря

регулирования применяют главным образом в двигателях небольшой мощности. В случае значительной мощности двигателя этот способ неэкономичен из-за больших потерь энергии в $R_{\text{рг}}$. Кроме того, реостат $R_{\text{рг}}$, рассчитываемый на рабочий ток двигателя, получается громоздким и дорогостоящим.

При совместной работе нескольких однотипных двигателей частоту вращения регулируют изменением схемы их включения относительно друг друга (см. рис. 46, б). Так, при параллельном включении двигателей каждый из них оказывается под полным напряжением сети, а при последовательном включении двух двигателей на каждый двигатель приходится половина напряжения сети. При одновременной работе большего числа двигателей возможно большее количество вариантов включения. Этот способ регулирования частоты вращения применяют в электровозах, где установлено несколько одинаковых тяговых двигателей.

Изменение подводимого к двигателю напряжения возможно также при питании двигателя от источника постоянного тока с регулируемым напряжением. При уменьшении подводимого к двигателю напряжения его механические характеристики смещаются вниз, практически не меняя своей кривизны (рис. 47).

Регулировать частоту вращения двигателя изменением магнитного потока можно тремя способами: шунтированием обмотки возбуждения реостатом $R_{\text{рг}}$, секционированием обмотки возбуждения и шунтированием обмотки якоря реостатом $R_{\text{ш}}$.

Включение реостата $R_{\text{рг}}$, шунтирующего обмотку возбуждения (см. рис. 46, в), а также уменьшение сопротивления этого реостата ведет к снижению тока возбуждения, а следовательно, к росту частоты вращения. Этот способ экономичнее предыдущего (см. рис. 46, а), применяется чаще и оценивается коэффициентом регулирования. Обычно сопротивление реостата $R_{\text{рг}}$ принимается таким, чтобы $R_{\text{рг}} > 50\%$.

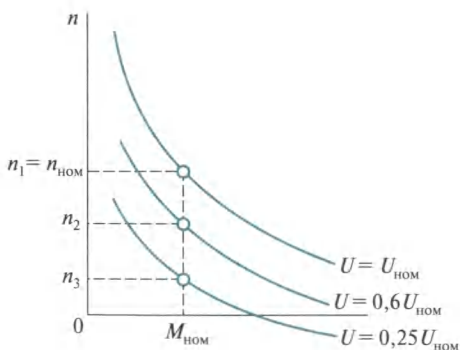


Рис. 47. Механические характеристики двигателя

При секционировании обмотки возбуждения (см. рис. 46, з) отключение части витков обмотки сопровождается ростом частоты вращения. При шунтировании обмотки якоря реостатом $R_{ш}$ (см. рис. 46, в) увеличивается ток возбуждения, что вызывает уменьшение частоты вращения. Этот способ регулирования, хотя и обеспечивает глубокую регулировку, неэкономичен и применяется очень редко.

4.8. Охлаждение электрических машин

Машины с естественным охлаждением. Эти машины не имеют вентиляторов или каких-либо других устройств, способствующих охлаждению машины. Охлаждение происходит в основном естественным путем за счет теплопроводности и конвекции.

Теплопроводность — это передача теплоты внутри твердого тела. Например, пазовые части обмотки статора, нагреваясь, передают теплоту через слои пазовой изоляции в сердечник. Через места крепления сердечника теплота передается в корпус статора. Передача теплоты теплопроводностью происходит от более нагретых слоев твердого тела к менее нагретым.

Конвекция состоит в том, что частицы газа (воздуха), соприкасающиеся с поверхностью нагретого тела (лобовые части обмоток, сердечники, корпус), нагреваются, становятся легче и поднимаются кверху, уступая свое место менее нагретым частицам, и т.д. Такая конвекция называется естественной. Во вращающейся машине имеет место еще и искусственная конвекция, обусловленная вращением ротора (якоря), который создает принудительную циркуляцию газа (воздуха), что усиливает эффект конвекции внутри машины. Естественное охлаждение обычно применяют либо в открытых машинах большой мощности, либо в закрытых машинах небольшой мощности, работа которых не сопровождается значительным нагревом. Например, в двигателях постоянного тока серии 2П закрытое исполнение с естественным охлаждением применено при мощности до 8 кВт.

Машины с искусственным охлаждением. В этих машинах применяют специальное устройство, обычно вентилятор, создающий движение в машине газа, охлаждающего нагретые части машины. Значительную группу машин с искусственным охлаждением составляют машины с самовентилиацией, у которых вентилятор закреплен

на валу машины; в процессе работы он, вращаясь, создает аэродинамический напор, необходимый для «прогона» охлаждающего газа через машину. Самовентиляция может быть наружной и внутренней.

При наружной самовентиляции воздухом обдувается внешняя поверхность корпуса статора (станины). Машина в этом случае имеет закрытое исполнение с ребристой поверхностью (для увеличения поверхности охлаждения).

При внутренней самовентиляции в корпусе и подшипниковых щитах машины делают специальные отверстия, через которые воздух из окружающей машину среды проникает внутрь машины, охлаждает ее, а затем выбрасывается наружу. Принцип внутренней самовентиляции, получивший в электрических машинах преимущественное применение показан на рис. 48. На валу машины закреплен центробежный вентилятор. Вращаясь вместе с валом машины, он затягивает через отверстие в правом подшипниковом щите воздух, создавая внутри машины аэродинамический напор, под действием которого воздух прогоняется через внутреннюю полость машины. Воздух проходит через вентиляционные каналы, зазор и межполюсное пространство (при явнополусной конструкции машины).

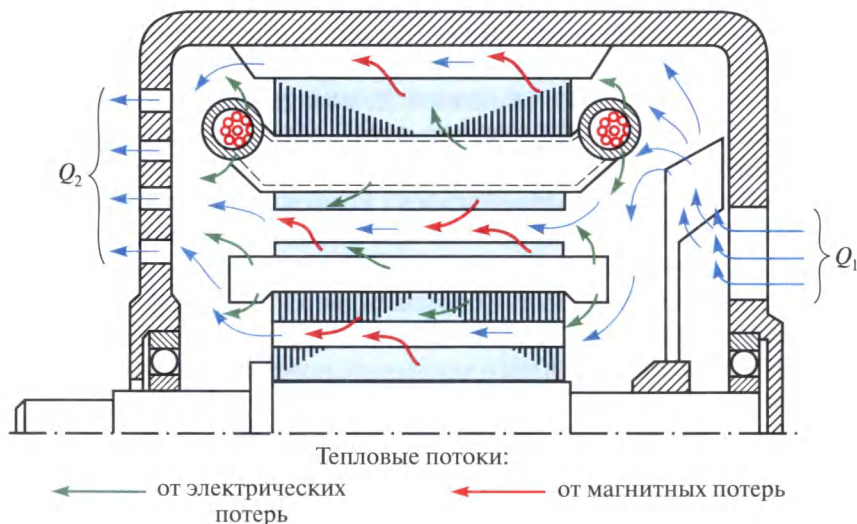


Рис. 48. Внутренняя самовентиляция электрической машины

При этом он «омывает» нагретые части машины: сердечники статора и ротора (якоря), лобовые части обмоток, полюсные катушки. В результате воздух отбирает теплоту от нагретых частей (тепловые потоки показаны на рис. красными и зелеными стрелками) и в нагретом состоянии выходит через специальные отверстия (жалюзи) в левом подшипниковом щите со стороны, противоположной вентилятору. Температура воздуха на выходе машины больше температуры воздуха на входе машины.

Для более эффективного охлаждения в магнитопроводе некоторых электрических машин делают вентиляционные каналы, через которые проходит охлаждающий газ. Вентиляционные каналы называют аксиальными, если они расположены параллельно оси якоря (см. рис. 48), и радиальными, если они расположены перпендикулярно оси машины. Вентиляцию, при которой охлаждающий газ перемещается вдоль оси машины, называют аксиальной (рис. 49, *а*), если же газ перемещается перпендикулярно оси машины по радиальным каналам, то вентиляцию называют радиальной (см. рис. 49, *б*).

Радиальные вентиляционные каналы получают делением общей длины сердечника на пакеты по 40—60 мм. Между пакетами оставляют промежутки по 10 мм, которые и являются радиальными каналами. Иногда в машинах применяют радиально-аксиальную вентиляцию.

В двигателях с регулировкой частоты вращения вниз от номинальной при малой частоте вращения самовентиляция становится малоэффективной. Это ведет к чрезмерному перегреву машины. Поэтому в таких двигателях целесообразно применение независимой вентиляции, когда вентилятор имеет собственный привод (частота вращения последнего не зависит от режима работы машины).

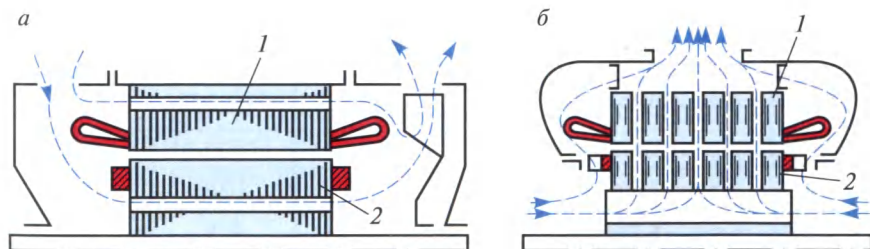


Рис. 49. Аксиальная (*а*) и радиальная (*б*) система вентиляции:
1 — сердечник ротора; 2 — сердечник якоря

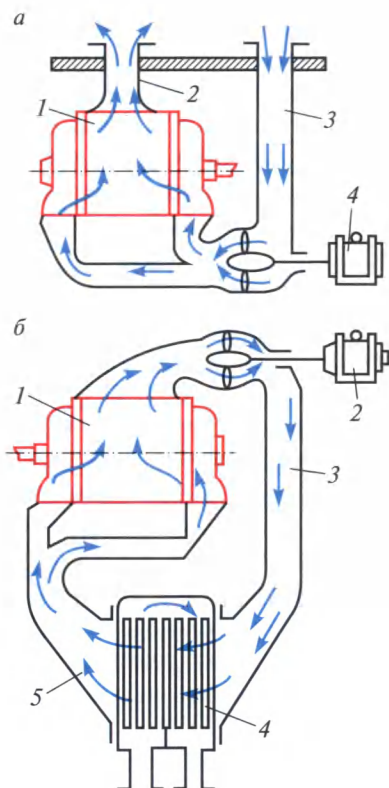


Рис. 50. Системы вентиляции с разомкнутым и замкнутым контуром

механическую, передаваемую с вала тягового двигателя на колесную пару электровоза.

Техническая характеристика

Номинальный режим работы	часовой	продолжительный
Номинальная мощность, кВт	820	765
Номинальное напряжение, В	1000	1000
Номинальный ток якоря, А	870	810
Номинальная частота вращения, об/мин	920	940

Независимую вентиляцию применяют также для охлаждения электрических машин, работающих во взрывоопасной или химически активной среде. В этом случае вентилятор 4 (рис. 50, а) через трубопровод 3 нагнетает воздух в машину 1 и по трубе 2 выбрасывает его наружу. Такая система независимой вентиляции называется разомкнутой в отличие от замкнутой системы (см. рис. 50, б), когда один и тот же объем газа циркулирует в замкнутой системе, состоящей из двигателя (объект охлаждения) 1, независимого вентилятора 2 трубопровода 3 и 5 и охладителя 4, в котором охлаждается нагретый в машине газ.

4.9. Тяговые электродвигатели пульсирующего тока

Тяговые двигатели пульсирующего тока НБ-514Б и НБ-514Е предназначены для преобразования электрической энергии, получаемой из контактной сети, в механическую, передаваемую с вала тягового двигателя на колесную пару электровоза.

КПД, %	94,55	94,7
Расход вентилирующего воздуха при полном напоре 620 Па, не менее, м ³ /мин	70	70
Класс изоляции: якорь/остов	F/F	F/F
Сопротивление обмоток постоянному току при температуре плюс 20 °С, Ом: якоря главных полюсов (без шунта) компенсационной обмотки и добавочных полюсов	0,0112±0,000560 0,0069±0,000345 0,0125±0,000625	
Масса двигателя НБ-514Б (без зубчатой передачи), кг	4300	
Масса двигателя НБ-514Б (без зубчатой передачи), кг	4310	

Тяговый электродвигатель выполнен с опорно-осевым подвешиванием и представляет собой шестиполюсную компенсированную электрическую машину, работающую в режиме тяги как двигатель с последовательным возбуждением, а в режиме электрического рекуперативного торможения — как генератор с независимым регулируемым возбуждением и независимой системой вентиляции. Охлаждающий воздух подается в тяговый электродвигатель со стороны коллектора через вентиляционный люк. Выходит охлаждающий воздух из тягового электродвигателя НБ-514Б со стороны, противоположной коллектору вверх под кузов электровоза через специальный кожух, а из тягового электродвигателя НБ-514Е — через окна в подшипниковом щите и два люка в остовах, которые закрыты сетками.

Тяговый электродвигатель НБ-514Б состоит из моторно-осевых подшипников 1 (рис. 51) и из остова 1, траверсы 2, подшипниковых щитов 3 и 5, якоря 4 (рис. 52).

Тяговый электродвигатель НБ-514Е отличается от тягового электродвигателя НБ-514Б конструкцией моторно-осевой части (рис. 52) и связанными с ней деталями остова 1 и подшипникового щита 5 со стороны, противоположной коллектору в соответствии с рис. 54. Для размещения корпусов моторно-осевых подшипников качения обе горловины под посадку подшипниковых щитов выполнены диаметром 760 мм. Для предохранения моторно-осевых подшипников скольжения от попадания в них пыли и влаги ось с подшип-

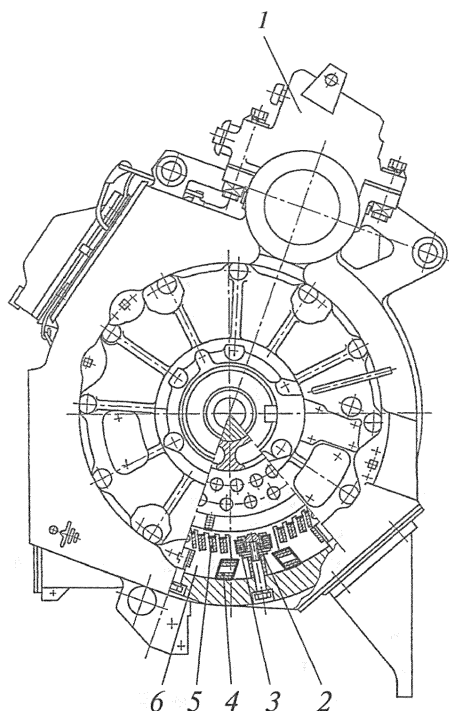


Рис. 51. Двигатель тяговый НБ-514Б:
1 — моторно-осевые подшипники; 2 — сердечник добавочного полюса; 3 — катушка добавочного полюса; 4 — катушка главного полюса; 5 — катушка компенсационная; 6 — сердечник главного полюса

никами закрыта (см. рис. 53) крышкой 1, с помощью которой тяговый электродвигатель крепится к оси колесной пары. Крышка 1 запрессована в остов и закреплена восемью болтами марки М36×2, десятью болтами марки М24×2 и четырьмя штифтами Ø20. В крышке оси имеется отверстие, закрытое пробкой 2, для очистки средней части оси и моторно-осевой горловины остова от отработанной смазки без снятия крышки оси. Остов выполняется стальным литым цилиндрической формы так как является частью магнитопровода. К нему закрепляются шесть главных и шесть дополнительных полюсов, подшипниковые щиты с роликовыми подшипниками, в которых вращается якорь. Со стороны коллекторной камеры в остова имеется вентиляционный люк, через который входит охлаждающий воздух. С противоположной

стороны в остова тягового электродвигателя НБ-514Б имеется люк и привалочные поверхности для крепления кожуха, образующего патрубок для выхода вентилирующего воздуха, а в остова тягового электродвигателя НБ-514Е имеются два люка для выхода вентилирующего воздуха, которые закрыты сетками. В остова предусмотрены два люка для осмотра коллектора и щеточного аппарата: один в верхней, другой в нижней части остова. Коллекторные люки закрываются крышками. Крышка верхнего коллекторного люка имеет пружинный замок, с помощью которого она прижимается к

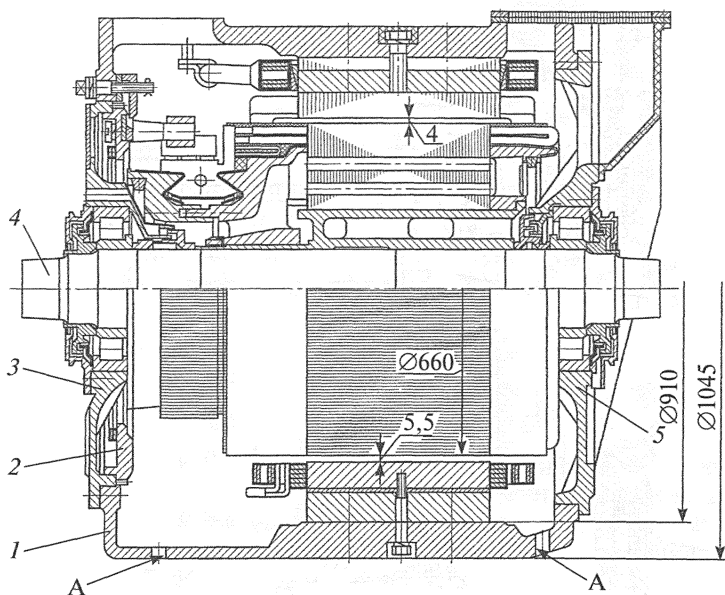


Рис. 52. Продольный разрез тягового двигателя НБ-514 Б:
 1 — остов; 2 — траверса; 3 — щит подшипниковый; 4 — якорь; 5 — щит подшипниковый

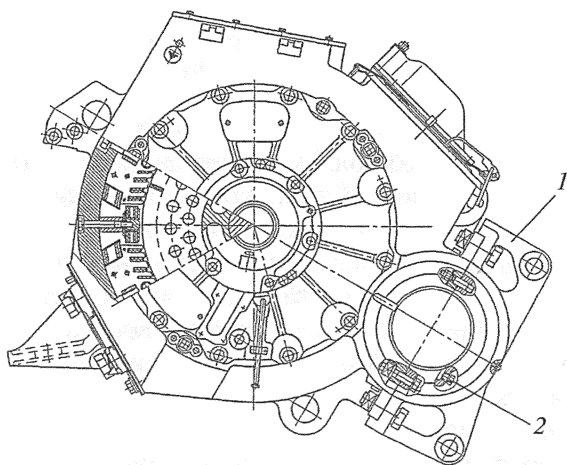


Рис. 53. Двигатель тяговый НБ-514Е:
 1 — крышка; 2 — пробка

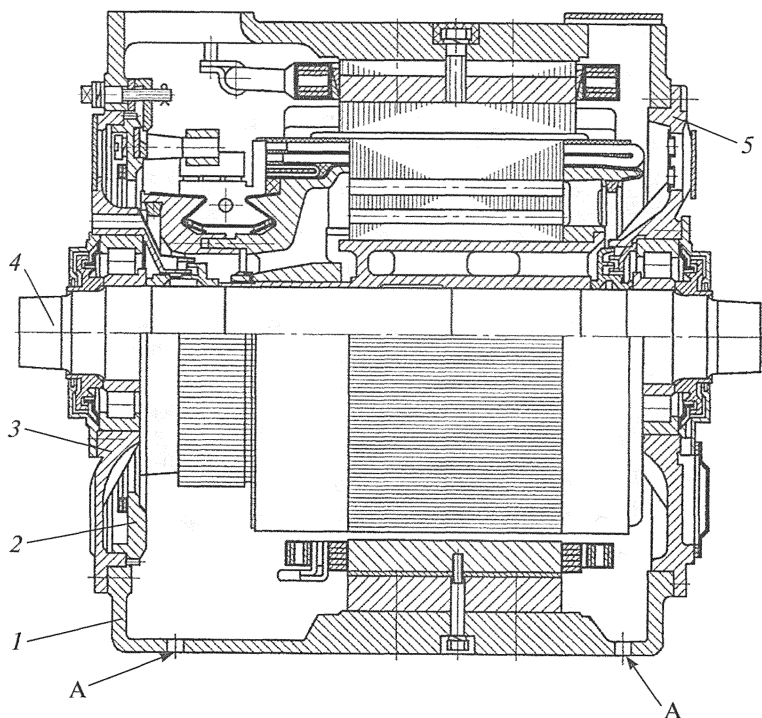


Рис. 54. Продольный разрез тягового двигателя НБ-514Е:
 1 — остов; 2 — траверса; 3 — щит подшипниковый; 4 — якорь; 5 — щит подшипниковый

остову. Крышка нижнего коллекторного люка крепится к остову двумя болтами. Для уплотнения на крышке коллекторных люков установлены войлочные прокладки. С торцов остов имеет горловины с привалочными поверхностями для установки подшипниковых щитов. На торцевой стенке остова со стороны коллектора (рис. 55) расположены устройства стопорения 1, проворота 2 и фиксации 3 траверсы. В нижней части (см. рис. 52) остов имеет отверстие А для слива конденсата. Главные полюсы крепятся к остову тремя болтами марки М30, дополнительные полюса — тремя болтами марки М16. Для предохранения от самоотвинчивания под головки болтов установлены пружинные шайбы. Электрическая схема соединений полюсных катушек приведена на рис. 56. Соединение компенса-

ционных катушек между собой и с катушками добавочных полюсов, а также катушек главных и добавочных полюсов выполнены пайкой. К остову межкатушечные соединения прикреплены скобами. Концы обмоток через резиновые втулки выведены в коробку выводов. Под соединительные зажимы закреплены на опорных изоляторах.

Для предохранения от самоотвинчивания под изоляторы установлены пружинные шайбы. Коробка выводов закрывается стеклопластовой крышкой и уплотняющими резиновыми клицами. Для исключения проникновения пыли и влаги коробка выводов уплотнена прокладками из губчатой резины. Главный полюс (см. рис. 51) состоит из катушки возбуждения 4, сердечника 6 и деталей крепления. Сердечник выполнен шихтованным из листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм и в продольном направлении стянут заклепками для предотвращения распухания листов. Каждый сердечник имеет восемь пазов открытой формы, предназначенных для размещения катушек компенсационной обмотки. Катушка главного полюса имеет девять витков намотанные на ребро мягкой медной шиной. Каждый виток катушки изолирован из асбеста или электрокартона толщиной 0,2 мм, покровная изоляция выполняется из лав-

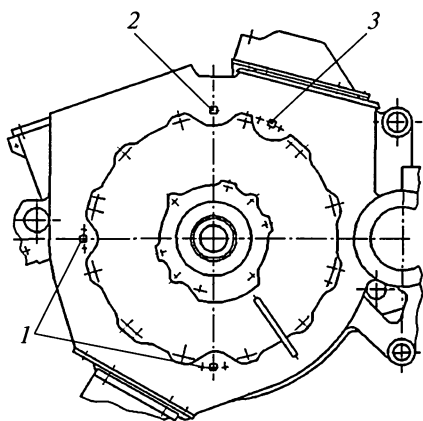


Рис. 55. Расположение на двигателе устройств стопорения, фиксации и проворота траверсы:

1 — устройства стопорения; 2 — устройства проворота; 3 — устройства фиксации траверсы

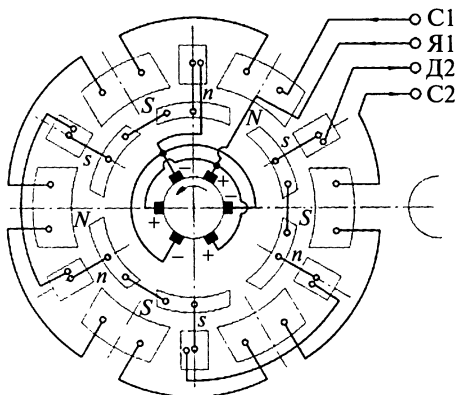


Рис. 56. Схема электрических соединений полюсных катушек

сановой термоусаживающей ленты толщиной 0,22 мм, корпусная изоляция выполняется из восьми слоев стеклослюденитовой ленты с полиэтилен-вталантовой пленкой размерами 0,13—25 мм. После чего катушка вместе с сердечником пропитывается в эпоксидном компаунде ЭМТ2 и представляет собой неразъемный моноблок.

Крепление катушки 1 (рис. 57) на сердечнике полюса 2 производится при помощи алюминиевых планок 3, клиньев 4 и регулировочных прокладок 5. Стопорение планки 3 и клина 4 обеспечено упорами 6 и отогнутым усом А. На поверхности катушки, прилегающей к остову, приклеены прокладки из электронита. Это обеспечивает предохранение изоляции катушки от повреждений и плотная зажатие катушки между наконечником полюса и остовом. Полюс с установленным на нем катушкой пропитан в эпоксидном компаунде, и после пропитки представляет собой единый монолитный блок. Дополнительный полюс (см. рис. 51) состоит из катушки 3 и сердечника 2. Сердечник полюса выполнен по высоте из двух частей, изготовленных из стального проката. На часть сердечника, расположенную со стороны якоря, крепятся латунные уголки, которые предназначены для удержания катушки возбуждения и предотвращения рассеивания магнитного потока дополнительно-

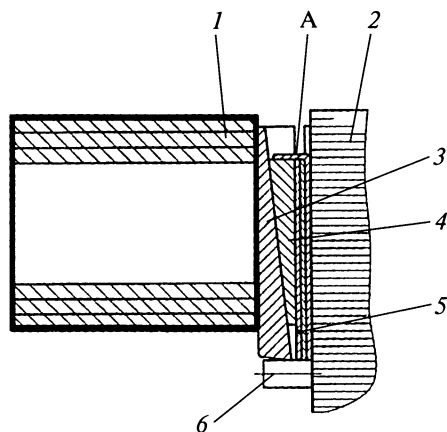


Рис. 57. Полюс главный:

1 — катушка; 2 — сердечник полюса; 3 — алюминиевая планка; 4 — клин; 5 — регулировочная прокладка; 6 — упор

го полюса. Катушка дополнительного полюса имеет пять витков намотанной на ребро мягкой медной шины. К крайним виткам припаяны выводы из гибкого медного провода припоем марки ПСР-2,5. Корпусная изоляция состоит из шести слоев стеклослюденитовой ленты, межвитковая изоляция из асбестовой бумаги или электрокартона. Катушка с сердечником пропитана в эпоксидном компаунде, и после пропитки представляет собой неразъемный моноблок. В добавочный полюс, расположенный в районе моторно-

осевых подшипниках, установлены два датчика контроля температуры обмоток тягового двигателя, провода которых выведены в дополнительную коробку выводов, расположенную на остова рядом с основной, на специальную вилку. Компенсационная обмотка (см. рис. 51) состоит из шести отдельных катушек 5, в каждой из которых по семь витков мягкой медной проволоки. Корпусная и межвитковая изоляции выполнены из слюденитовой ленты, покровная — из ленты стеклянной. От механических повреждений изоляция катушек защищена пазовой изоляцией. Выводы катушек — шунты из гибкого медного провода. Катушки уложены в пазы сердечников главных полюсов и закреплены в них клиньями из профильного стеклопластика. Траверса (рис. 58) стальная, разрезная, имеет по наружному ободу зубчатый венец, входящий в зацепление с зубьями шестерни поворотного механизма. На траверсе 2 закреплены шесть кронштейнов с изоляционными пальцами, на которых в свою очередь закрепляется шесть щеткодержателей и соединяющая их между собой изолированная шина. В двигателе траверса закреплена фиксирующим и двумя стопорными устройствами, а также разжимным устройством. Разжимное устройство состоит из двух шарниров, закрепленных гайками с шайбами, шпильки и пружинного стопора. Один шарнир имеет отверстие с правой, другой — с левой резьбой. В шарниры вкручена шпилька, имеющая шестигранник для вращения ее гаечным ключом и зубчатое колесо для ее стопорения. При вращении шпильки происходит расжатие или сжатие траверсы в диаметрально противоположном направлении. В рабочем положении траверса должна быть расжата на максимальный диаметр. Поворотный механизм траверсы состоит из шестерни и валика, закрепленных на остова. Шестерня входит в зацепление с зубьями траверсы. В остова подшипниковые щиты установлены

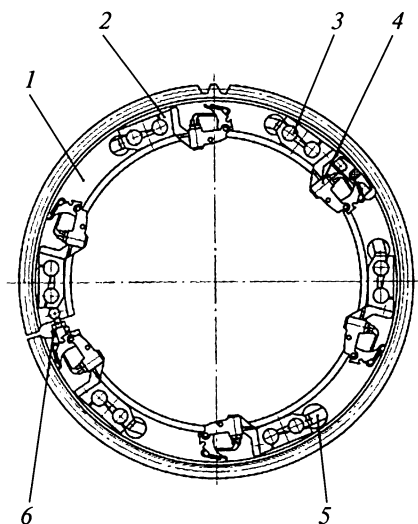


Рис. 58. Траверса

с натягом и закреплены болтами с пружинными шайбами. Якорные подшипники — радиальные, однорядные с короткими цилиндрическими роликами, средней серии. Для смазывания подшипников используется смазка «Буксол». Добавление смазки производится через трубки, ввинченные в отверстие подшипниковых щитов, которые сообщаются с подшипниковыми камерами. Внутренние кольца подшипников (рис. 59, 60) с натягом установлены на вал якоря и в осевом направлении зафиксированы на валу втулками 5, 6 и кольцом 4. Наружные кольца подшипников установлены в гнезда подшипниковых щитов и закреплены в осевом направлении крышками 3. Последние крепятся к подшипниковым щитам болтами.

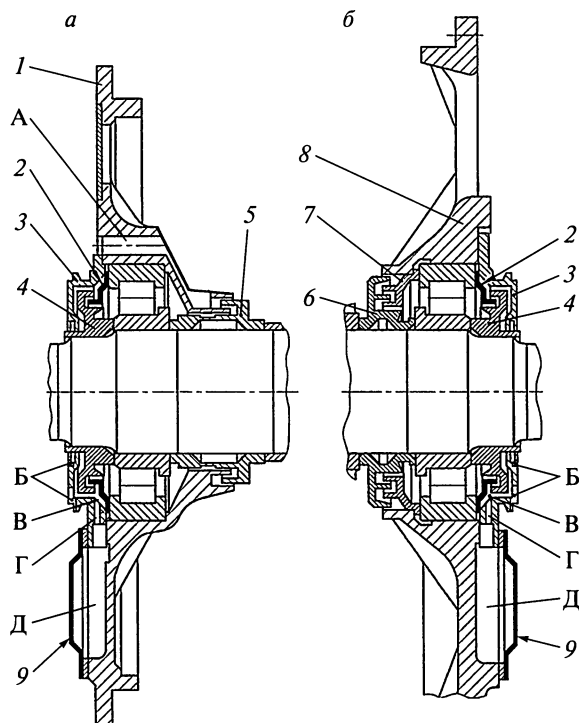


Рис. 59. Подшипниковый узел № 1 тягового двигателя НБ-514Е:

a — со стороны коллектора; *б* — со стороны, противоположной коллектору;
1 — щит подшипниковый; 2 — кольцо; 3 — крышка подшипника; 4 — кольцо;
5 — втулка; 6 — втулка; 7 — крышка; 8 — щит подшипниковый; 9 — крышка

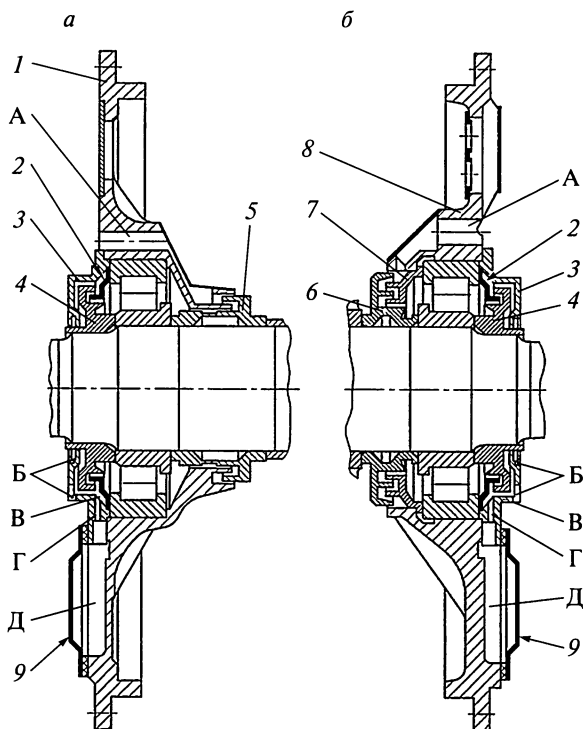


Рис. 60. Подшипниковый узел № 2 тягового двигателя НБ-514Е:
а — со стороны коллектора; *б* — со стороны, противоположной коллектору;
 1 — щит подшипниковый; 2 — кольцо; 3 — крышка подшипника; 4 — кольцо;
 5 — втулка; 6 — втулка; 7 — крышка; 8 — щит подшипниковый; 9 — крышка

Под головки болтов установлены плоские стопорные шайбы, предохраняющие болты от самовинчивания по средствам отгиба шайб на крышку и головки болтов. В конструкции подшипниковых узлов предусмотрены уплотняющие устройства, защищающие якорные подшипники от проникновения смазки из кожухов зубчатой передачи и утечки смазки из подшипниковых камер. С внутренней стороны лабиринтные уплотнения через отверстие А сообщаются с атмосферой. Это способствует выравниванию давления в подшипниковых камерах до уровня атмосферного и тем самым исключается выдавливание смазки из них разностью давлений, возникающей в работающем двигателе при прохождении через него, вентилирую-

шего воздуха. Со стороны коллектора уплотнение образовано подшипниковым щитом 1 и втулкой 5, со стороны, противоположной коллектору, крышкой 7, втулкой 6 и подшипниковым щитом 8. При добавлении смазки в подшипники отработанная смазка попадает в камеру В и выбрасывается через отверстие Г крышки 3 в камеру Д, закрытую крышкой 9. Смазка, проникающая в подшипниковые узлы из кожуха зубчатой передачи, возвращается обратно через отверстия Б в крышке 3, а та ее часть, которая попала в камеру В, выбрасывается через отверстие Г в камеру, откуда она удаляется на текущих ремонтах.

4.10. Электродвигатели

Электродвигатель НВА-55 — асинхронный, трехфазный, с короткозамкнутым ротором, предназначен для привода вентиляторов охлаждения тяговых двигателей, реакторов, выпрямительных установок, а также для привода главных компрессоров.

Технические характеристики

Род тока	трехфазный симметричный
Напряжение симметричное (линейное), В.....	380
Мощность на валу, кВт	55
Ток линейный, А	113
Частота, Гц	50
Частота вращения (синхронная), (об/мин)	1500
КПД, %	90,2
Коэффициент мощности 0,82	
Режим работы	продолжительный или повторнократковременный
Класс изоляции обмоток	F
Масса, кг:	
Исполнение IM 1001	375

Электродвигатель (рис. 61) выполнен защищенного исполнения, горизонтальной установки, с самовентиляцией и состоит из следующих узлов: статора, ротора, двух подшипниковых узлов, коробки выводов. Статор имеет станину 21, сердечник 10 и обмотку 8. Станина — сварная стальная включает два фланца 7 с приваренными ребрами 9 и обшивку 11. Сердечник набран из изолированных

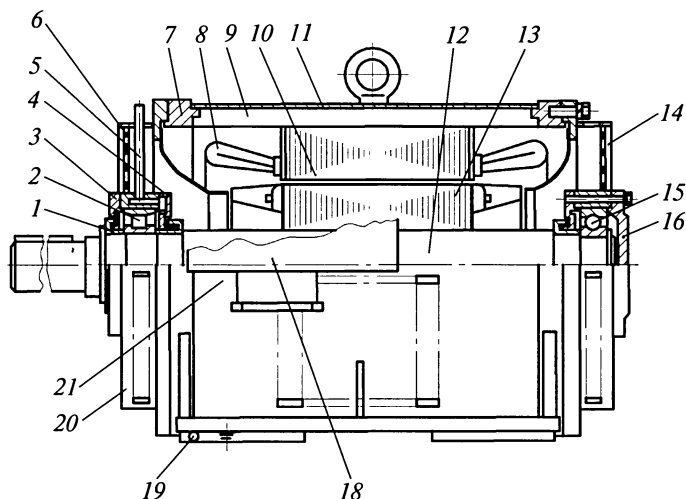


Рис. 61. Электродвигатель НВА-55:

1 — кольцо уплотнительное; 2 — подшипник роликовый; 3 — крышка наружная; 4 — крышка подшипника; 5 — маслопровод

листов электротехнической стали. В открытые пазы сердечника уложена двухслойная обмотка из прямоугольного изолированного провода. Обмотка статора пропитана эпоксидным компаундом.

Ротор состоит из вала 12, сердечника 13 и короткозамкнутой обмотки. Вал изготовлен из стали марки 45. Сердечник набран из листов электротехнической стали. Сварные подшипниковые щиты 14 и 20, посаженные на вал шариковый и роликовый подшипники 2 и 15, внутренние 17 и наружные 3 и 16 крышки образуют подшипниковые узлы. Предусмотрены лабиринтные уплотнения, защищающие подшипники от попадания пыли и предотвращающие вытекание смазки из них. Смазка подшипников — консистентная. Пополнение смазки производится через маслопроводы 5. Питание к двигателю подводится проводами, проходящими через уплотняющий сальник коробки выводов 18. Коробка выводов — штампованная. Панель обеспечивает крепление подводящих и выводных проводов. Выводы обмотки двигателя и контактные болты панели коробки выводов имеют буквенно-цифровую маркировку. Для заземления электродвигателя на лапах предусмотрены болты 19.

Электродвигатель П22К-50У2 — реверсивный, защищенного исполнения, с естественным охлаждением, горизонтальной установки, на двух подшипниках качения с одним свободным концом вала (рис. 62). Станина 1 электродвигателя — стальная сварная. В станине установлены два главных полюса. Сердечники полюсов 2 и якоря 3 шихтованы из листов электротехнической стали. Конструкция полюсов и катушек возбуждения 4 — моноблочная с изоляцией типа «Монолит-2». Обмотка якоря — насыпная, простая петлевая, крепится в пазах клиньями. Якорь и полюсные катушки пропитаны лаком и покрыты эмалью. Коллектор выполнен на прессмассе. Схема соединений полюсных катушек и якоря выполнена в соответствии с рис. 63. Подшипниковые щиты 5, 18 силуминовые армированные стальными кольцами под установку подшипников. Крышки 6, 7, 8, 9, 10, 11 также силуминовые. Винт 12 закрывает смазочное отверстие подшипниковой камеры. На траверсе 13 установлены два пальца 14 щеткодержателей 15, на каждом из которых закреплены по два щеткодержателя со щетками 16. Положение

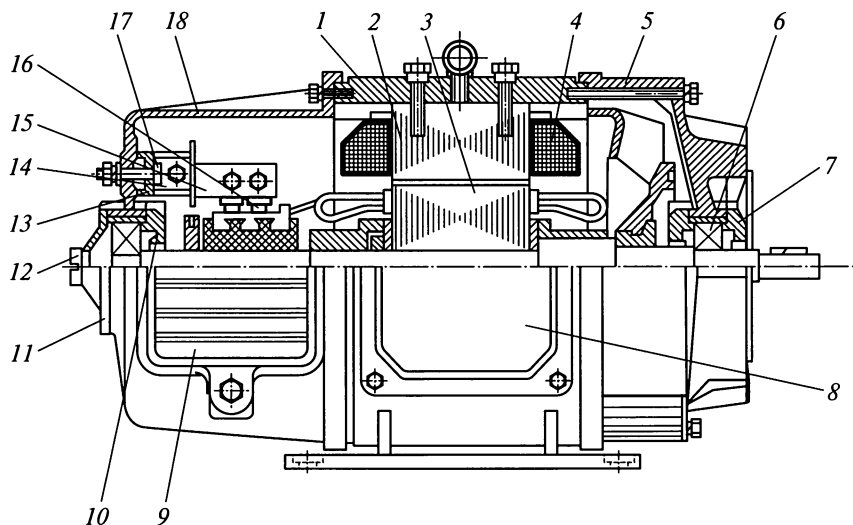


Рис. 62. Электродвигатель П22К-50У2:

1 — станина; 2 — сердечник полюса; 3 — якорь; 4 — катушка возбуждения; 5 — щит подшипниковый; 6 — крышка; 7 — крышка; 8 — крышка; 9 — крышка; 10 — крышка; 11 — крышка; 12 — винт; 13 — траверса; 14 — палец; 15 — щеткодержатель; 16 — щетка; 17 — болт; 18 — щит подшипниковый

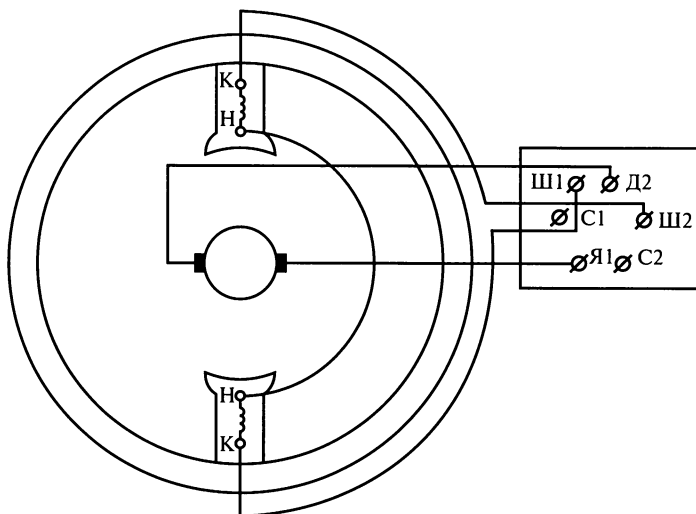


Рис. 63. Схема электрическая соединений обмоток электродвигателя П22К-50У2

щеток относительно коллектора регулируется поворотом траверсы и установкой прокладок между пальцами и щеткодержателями. Стопорение траверсы осуществляется болтом 17. Режим работы двигателя на электровозе — кратковременный.

5. Электрические аппараты

5.1. Токоприемник ТАС-10-01

Токоприемник предназначен для обеспечения подвижного скользящего контакта между контактным проводом и силовой цепью электровоза.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, кВ.....	25
Номинальный ток, А	1300
Статическое нажатие, кгс:	
активное, не менее	6
пассивное, не менее	9
Опускающая сила в диапазоне рабочей высоты, кгс не менее	20
Поперечная жесткость токоприемника, кгс/мм	1,4

Приведенная масса подвижных частей токоприемника, кг	32
Время подъема токоприемника, с	7—10
Время опускания токоприемника, с	3,5—6
Диапазон рабочей высоты, мм	400—1900
Максимальная высота подъема, мм	2100
Рабочее давление в пневматическом приводе кг/см ³	2,4
Максимальная скорость движения электровоза, км/ч	165
Масса, кг125	

Токоприемник ТАС-10-01 (рис. 64) состоит из следующих основных частей: основания 6, пневматического привода 3, несущего рычага 12, верхней рамы 11, сочлененной с несущим рычагом 12, как непосредственно, так и через тягу 10 и кулисную тягу 7, за счет перемещения ее шарнира в продольном пазу направляющей

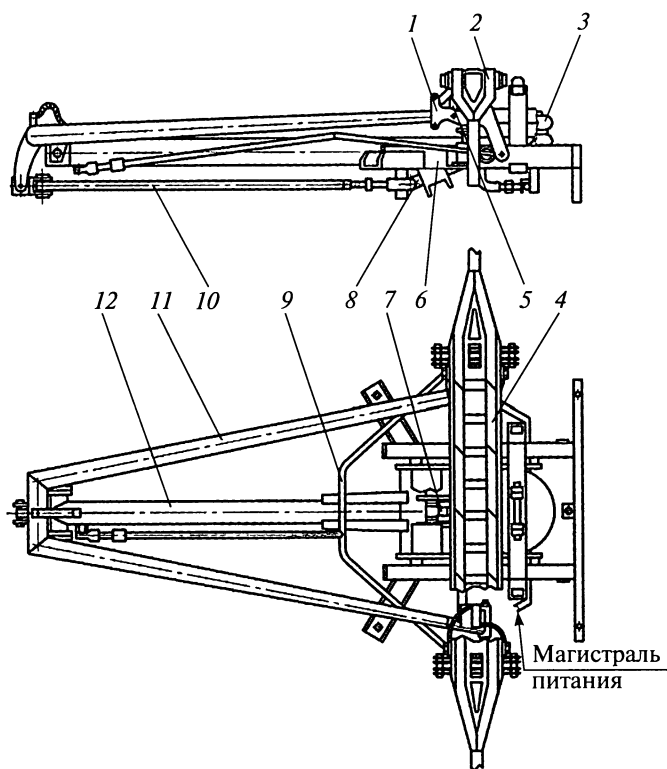


Рис. 64. Токоприемник асимметричный ТАС-10-01

рамки 8 (кулисы), двух кареток плунжерного типа 1 из шарнирно подрессоренных четырехзвенников, оцинкованного полоза 2 и синхронизирующей тяги 9 кареток.

Синхронизирующая тяга 9, соединенная с каретками 1 и несущим рычагом 12, в совокупности с верхней рамой 11 образует шарнирный параллелограмм 5, стабилизирующий горизонтальное положение полоза 2. Полоз оборудован угольно-гафитовыми вставками 4, установленными на медной вставке. Основание 6 выполнено в виде сварной рамы из швеллеров. К основанию приварены стойки, на которых закреплен пневматический привод 3. На поперечном швеллере основания размещены две направляющие рамки кулисного механизма. Пневматический привод представляет собой резиновый вакуумный баллон со встроенным внутри шарнирным механизмом, закрепленном на фланцах, что обеспечивает его прямолинейное расширение при подаче сжатого воздуха. Несущий рычаг, верхняя рама, синхронизирующая тяга кареток выполнены сварными из алюминиевого проката с целью облегчения массы.

Работа токоприемника осуществляется следующим образом.

Сжатый воздух, подведенный из магистрали питания, поступает в пневматический привод 3, усилие пневматического привода, приложенное к малому плечу несущего рычага 12, поворачивает несущий рычаг на полуосях, закрепленных шарнирно с помощью подшипников на основании 6, длинное плечо несущего рычага перемещает вверх средний шарнирный узел токоприемника и вместе с ним верхнюю раму 11, верхний шарнир кулисной тяги 7 перемещается вместе с несущим рычагом вверх и передает усилие пневматического привода на верхнюю раму с помощью тяги 10 за счет перемещения нижнего шарнира кулисной тяги в продольном пазу направляющей рамки 8. Это обеспечивает поворот верхней рамы относительно несущего рычага с помощью синхронизирующей тяги 9. Каретки 1 с полозом 2 поднимаются вверх до упора вставок 4 в контактный провод, четырехзвенники 5 кареток, преодолевая усилие пружин, просядут до обеспечения каретками нормируемого контактного нажатия. При выпуске сжатого воздуха из пневматического привода подвижные части токоприемника под действием собственного веса опускаются на буферные устройства, подрессоренный шток буферного устройства просаживается на пружине, гася энергию удара и предотвращая деформацию подвижных частей токоприемника.

Зависимости силы нажатия от высоты токоприемника (рис. 65) называют его статическими характеристиками. Разница в силах между кривыми при опускании и подъеме характеризует удвоенные силы трения в подшипниках и шарнирах подвижных частей токоприемника.

Статическая характеристика — это зависимость силы нажатия ползца на контактный провод от высоты подъема токоприемника.

$$P = P_0 \pm P_T + P_э \pm P_d,$$

где P_0 — сила создаваемая подъемными пружинами;

P_T — сила трения в шарнирных соединениях;

$P_э$ — сила действия воздушных масс на токоприемник при движении электроваза;

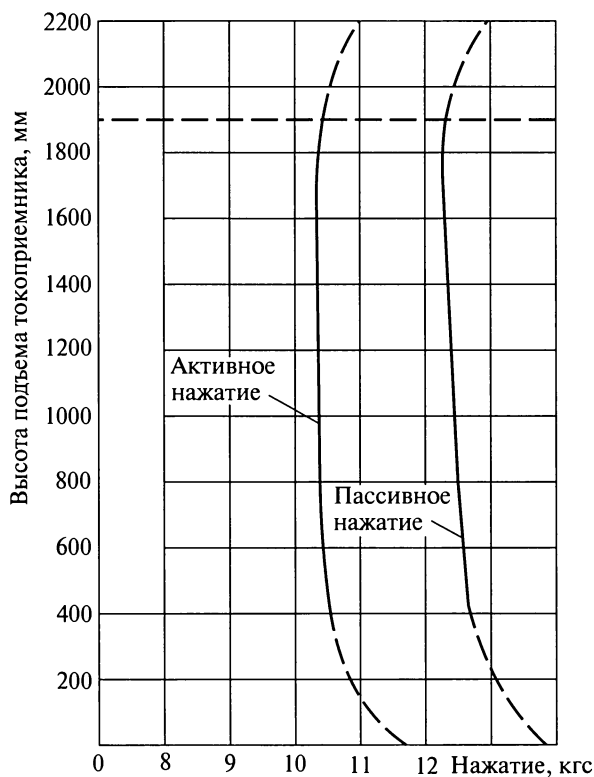


Рис. 65. Статические характеристики токоприемника

P_d — динамическая сила, возникающая при движении токоприемника вверх или вниз при изменении высоты подвески контактного провода

$$P = P_0 - P_T \text{ — при подъеме.}$$

$$P = P_0 + P_T \text{ — при опускании.}$$

Статическая характеристика токоприемника определяется, соответственно при подъеме минус, при опускании плюс, силой создаваемой подъемными пружинами и силой трения в шарнирных соединениях.

Исходя из этого можно сказать, что статическое нажатие токоприемника представляет собой нажатие неподвижного токоприемника на контактный провод, которое создается подъемными (рабочими) пружинами. Идеальным было бы, если статическое нажатие токоприемника оставалось постоянным при всех высотах полоза. Однако в существующих конструкциях имеет место некоторая зависимость от направления движения полоза (вверх или вниз), поскольку при подъеме это нажатие уменьшается за счет сил трения в шарнирах подвижной системы, а при опускании увеличивается. Поэтому при любой высоте токоприемника пассивное статическое нажатие (измеренное при опускании токоприемника) больше активного нажатия (измеренного при подъеме) на удвоенное значение силы трения в шарнирах.

Токоприемник работает в сложных условиях. Он подвержен воздействию атмосферных явлений (дождь, снег, ледообразование, ветер). Значительная скорость ветра, гололед, низкая температура окружающего воздуха вызывают ухудшение токосъема и являются иногда причинами задержек в движении поездов и аварийных ситуаций — повреждений токоприемников и контактной сети.

Наиболее опасным является боковой ветер, приводящий к большим поперечным смещениям контактного провода как в средних частях пролетов, так и в опорных зонах при сочлененных фиксаторах в случае, если не приняты меры к предотвращению выветривания их дополнительных стержней. На высоких насыпях, где боковой ветер, обтекающий насыпь и находящийся на ней подвижной состав, имеет в зоне контактного провода значительный наклон к горизонтали, происходит также некоторый подъем контактного провода и значительно возрастает аэродинамическая подъемная сила токоприемника. В результате в моменты прохождения токоприемником опорных точек отжатие контактного провода может

оказаться настолько большим, что становится реальной возможностью удара полоза по фиксаторам.

При скорости ветра превышающей 25 м/с, локомотивные бригады должны принимать меры по предотвращению повреждений. Так, например, при проходе ЭПС высокой насыпи, где профиль пути позволяет пройти ее на выбеге, следует снять нагрузку тяговых двигателей и вспомогательных машин и опустить токоприемники. После прохода высокой насыпи и снижения скорости движения токоприемники могут быть подняты. Подъем токоприемников всех типов на электрифицированных участках постоянного и переменного тока разрешен при скорости движения до 50 км/ч на электровозах при одиночной тяге и до 40 км/ч при двойной тяге. При сильном ветре, вызывающем раскачивание проводов контактной подвески, подъем токоприемника допускается при скорости не выше 30 км/ч. Одновременный подъем на ходу двух токоприемников на одном электровозе, а также трех при следовании сплотов электровозов не разрешается. В этом случае токоприемники следует поднимать поочередно с интервалом в 5 с. Указанный порядок гарантирует полную безаварийность при подъеме токоприемников на ходу даже при вертикальной регулировке контактного провода, имеющей некоторые отступления от нормы.

В отдельных случаях может оказаться, что токоприемники из-за большой аэродинамической подъемной силы не опустятся после нажатия кнопки, но контактное нажатие все-таки понизится после выхода сжатого воздуха из пневматического цилиндра на величину опускающей силы, создаваемой опускающей пружиной привода. Поэтому опасность пробоя фиксаторов в этом случае уменьшается.

Появление гололеда на проводах подвески приводит к существенному ухудшению контакта — появляется искрение, заметно ухудшается рабочая поверхность полоза; при съеме больших токов на малых скоростях или работе вспомогательных машин на стоянке из-за увеличения переходного сопротивления иногда происходят пережоги контактного провода. Отложение льда происходит и на токоприемниках. В результате этого подвижная масса увеличивается и статическое нажатие, создаваемое подъемными пружинами, уменьшается. По мере заполнения льдом межвиткового пространства подъемных пружин ухудшаются их упругие свойства, и статическое нажатие может уменьшиться до нуля.

Основным способом улучшения токосъема в рассматриваемых условиях является плавка гололеда путем сборки специальных схем питания и секционирования контактной сети. Менее производительной является механическая отчистка проводов от гололеда.

Отрицательное влияние низких температур окружающего воздуха на качество токосъема обусловлено как ухудшением состояния контактной сети, которое проявляется прежде всего в появлении больших отрицательных стрел провеса контактных проводов в полукompенсированных подвесах, так и ухудшением состояния токоприемников, заключающемся, главным образом, в увеличении трения в их подвижных системах. Для улучшения токосъема при низких температурах в некоторых депо в зимнее время увеличивается статическое нажатие токоприемников на 1—2 кгс

5.2. Выключатель быстpодействующий ВБ-8

Технические данные

Номинальное напряжение главной цепи, В.....	1250
Номинальный ток главной цепи, А.....	1000
Ток установки, А.....	2000 ⁺²⁰⁰
Пределы регулирования тока уставкИ, А.....	1500—2500—100
Собственное время отключения при начальной скорости нарастания тока 150А/мс, не более.....	3
Номинальное напряжение цепи управления постоянного тока, В.....	50
Номинальный ток удерживающей катушки, А.....	0,5
Номинальное сопротивление катушек при 20 °С, Ом:	
удерживающей.....	85,2
включающей (электромагнитного вентИля).....	286
Параметры контактов цепи управления:	
номинальное напряжение, В.....	50
номинальный отключаемый ток (при постоянной времени 0,05 с), А.....	5
Количество вспомогательных контактов:	
закрывающих.....	2
размыкающих.....	2
Номинальное давление сжатого воздуха прИвода, МПа (кгс/см ²).....	0,5 (5)
Масса, кг.....	79,5

Устройство и работа. Все основные узлы выключателя ВБ-8 (рис. 66) крепятся на раме, которая состоит из двух изоляционных боковин 30, склепанных по концам распорками 6. В них имеется отверстия, с помощью которых производится крепление выключателя на электровозе.

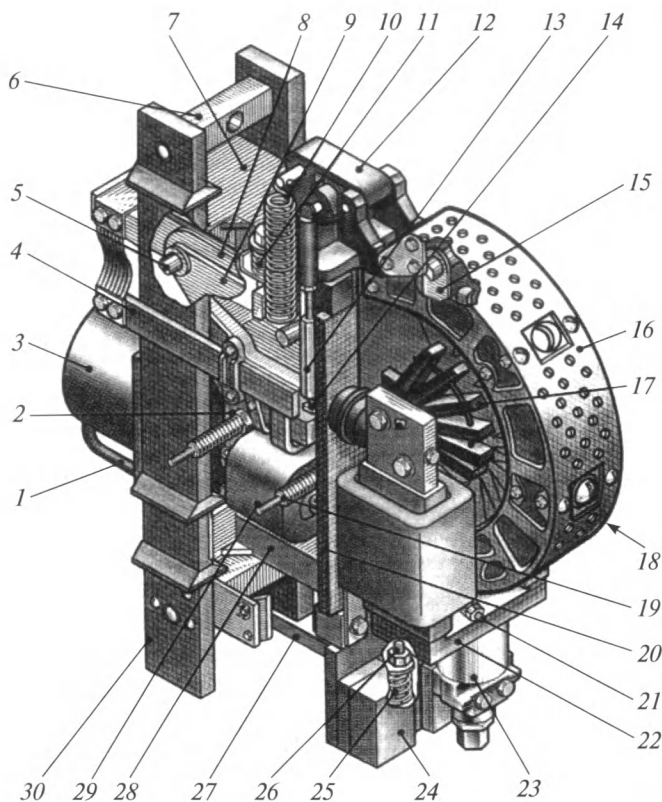


Рис. 66. Выключатель быстродействующий ВБ-8:

1, 28 — воздухопроводы; 2 — электромагнит; 3 — пневматический привод; 4 — размагничивающая катушка; 5, 14 — ось; 6 — распорка; 7 — кронштейн; 8 — контактный рычаг; 9 — рычаг якоря; 10 — отключающая пружина; 11 — контактные пружины сжатия; 12 — тяга; 13 — стержень; 15 — верхний рог; 16 — дугогасительная камера; 17 — полюс; 18 — неподвижный контакт; 19 — дугогасительная катушка; 20 — изоляционная панель; 21 — регулировочный винт; 22 — пружина замка; 23 — магнитопровод; 24 — электромагнитный вентиль; 25 — низковольтная блокировка; 26 — пружина; 27 — винт; 29 — удерживающая катушка; 30 — изоляционная боковина

Между изоляционными боковинами расположены два силуминовых кронштейна 7 и пневматический привод 3. К кронштейнам крепится изоляционная панель 20 с расположенными на ней неподвижным контактом 18, магнитной дугогасительной системой и низковольтными блокировками 25.

Контактный рычаг 8, рычаг якоря 9 и электромагнит 2 с удерживающей катушкой 29 и размагничивающей катушкой 4 размещены на оси 5, уставленной на раме выключателя. Удерживающая катушка для снятия напряжений зашунтирована диодами КД202Р.

Две отключающие пружины 10 зацеплены одним концом за тягу 12, а другим концом — за якорь. Усилие обеих пружин через стержень 13 передается на ось 14, установленную на электромагните. Для ограничения перемещения якоря и контактного рычага на кронштейне 7 установлен упор, перемещение электромагнита ограничено штоком пневматического привода. Между контактным рычагом и якорем установлены две группы контактных пружин сжатия 11. Каждая группа состоит из трех концентрически расположенных пружин.

Регулировочные винты 21 служат для регулировки тока уставки путем изменения магнитной проводимости магнитопровода. Дугогасительная система выключателя состоит из магнитопровода 23, двух дугогасительных катушек 19, полюсов 17 и лабиринтно-щелевой дугогасительной камеры 16 с резисторными элементами и деионной решеткой.

Верхний рог 15 дугогасительной камеры электрически соединен с подвижным контактом через гибкий шунт и стойку, с которой он шарнирно связан. Нижний рог камеры опирается на неподвижный контакт. Нажатие на неподвижный контакт рогом осуществляется при помощи пружины замка 22. Для управления доступом воздуха в цилиндр привода установлены электромагнитный вентиль 24 и воздухопроводы 1 и 28.

На выключателе применены две универсальные блокировки 25 с сочетанием контактов; один размыкающий и один замыкающий. Регулировка зазора и провала контактов блокировки осуществляется винтом 27, переключение — пружиной 26.

Оперативное включение выключателя осуществляется путем подачи напряжения на удерживающую катушку электромагнита и включающую катушку (электромагнитного вентиля). Электромаг-

нитный клапан включается кратковременно для подачи сжатого воздуха в пневматический привод. Шток пневматического привода поворачивает электромагнит до соприкосновения с якорем. В этом положении якорь притягивается к полюсам электромагнита — выключатель готов к включению, главные контакты разомкнуты.

После снятия напряжения с катушки клапана шток пневматического привода возвращается в исходное положение. В исходное положение также, под действием отключающих пружин, возвращается электромагнит, увлекая за собой якорь и контактный рычаг,

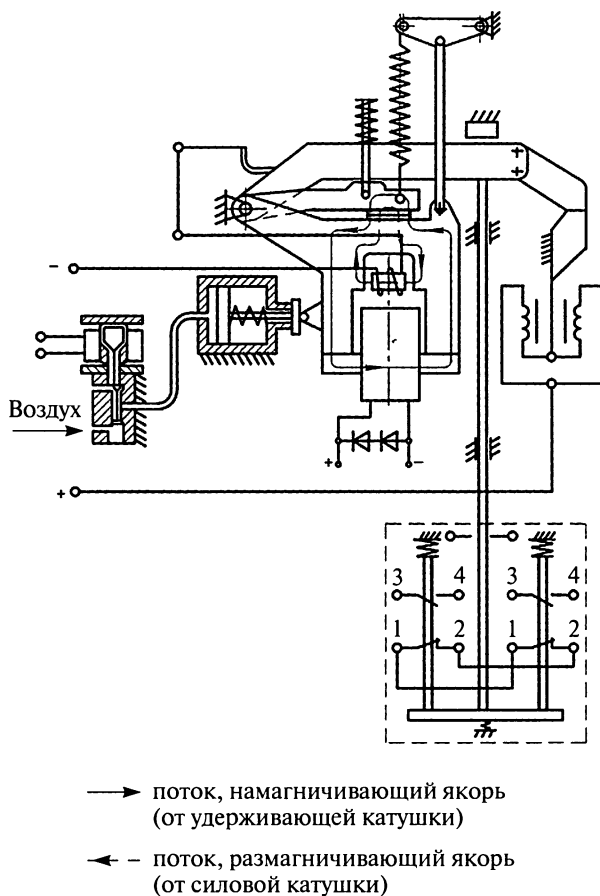


Рис. 67. Схема принципиальная комбинированная ВБ-8

главные контакты замыкаются. При этом, после соприкосновения главных контактов, якорь с электромагнитом за счет избыточного вращающего момента поворачивается до упора на дополнительный угол, обеспечивающий провал главных контактов.

Выключатель поляризованного действия. Ток в размагничивающей катушке создает поток в якоре, направленный встречно потоку в якоре от удерживающей катушки.

При достижении тока уставки результирующий магнитный поток в якоре уменьшается. Якорь под действием сил отключающих и контактных пружин отрывается от полюсов электромагнита и ударяет по контактному рычагу. Выключатель отключается. Электрическая дуга, возникающая при расхождении главных контактов, гасится в дугогасительной камере.

Принудительное отключение выключателя осуществляется снятием напряжения с удерживающей катушки электромагнита.

Схема комбинированная выключателя показана на рис. 67.

5.3. Переключатель кулачковый двухпозиционный ПКД-01

Переключатель ПКД-01 применяется на электровозах в качестве реверсивных и тормозных переключателей. Реверсивный переключатель предназначен для переключения обмоток возбуждения тяговых двигателей с целью изменения направления движения электровоза. Тормозной переключатель предназначен для переключения цепей тяговых двигателей из режима «Тяга» в режим «Торможение».

Технические данные

Главная цепь:

Род тока переменный, пульсирующий

Номинальное напряжение, В.....3000

Номинальный ток, А 1100

Вспомогательная цепь:

Род тока постоянный, пульсирующий

Номинальное напряжение, В..... 50

Номинальный ток контактов..... 16

Цепь управления:

Род тока постоянный, пульсирующий

Номинальное напряжение, В..... 50

Номинальный давление сжатого воздуха
в приводе, МПа (кгс/см²)0,5(5)

Масса, кг..... 72,5

Устройство и работа. Переключатель ПКД-01 (рис. 68) представляет собой групповой кулачковый аппарат, состоящий из кулачковых элементов 5, кулачкового вала 3, пневматического привода 2, узла вспомогательных контактов 4 и боковин 1.

Кулачковый элемент (КЭ-01) (рис. 69) имеет блочное исполнение с контактным механизмом 3 на два положения, без дугогашения. Он смонтирован между двумя изоляционными стенками 1.

Контактный механизм 3 состоит из одной пары скользящих не размыкаемых контактов, расположенных в шарнире, и двух пар размыкающих контактов. Размыкающие контакты выполнены из композиции серебро-окись кадмия, не размыкаемые — из композиции серебро-графит. Контактное нажатие обеспечивается пружиной 2.

Пневматический привод переключателя ПКД-01 (рис. 70) состоит из цилиндра 6 с крышкой 3 и 8, поршня двустороннего действия 5, штока 2, тяги 1, распределительной коробки 12 и электромагнитных клапанов 13. Уплотнение штока в крышке 3 и поршня в цилиндре выполнено резиновыми манжетами 9. Места соединения поршня со штоком, крышек с цилиндром, а также корпусов клапанов с рас-

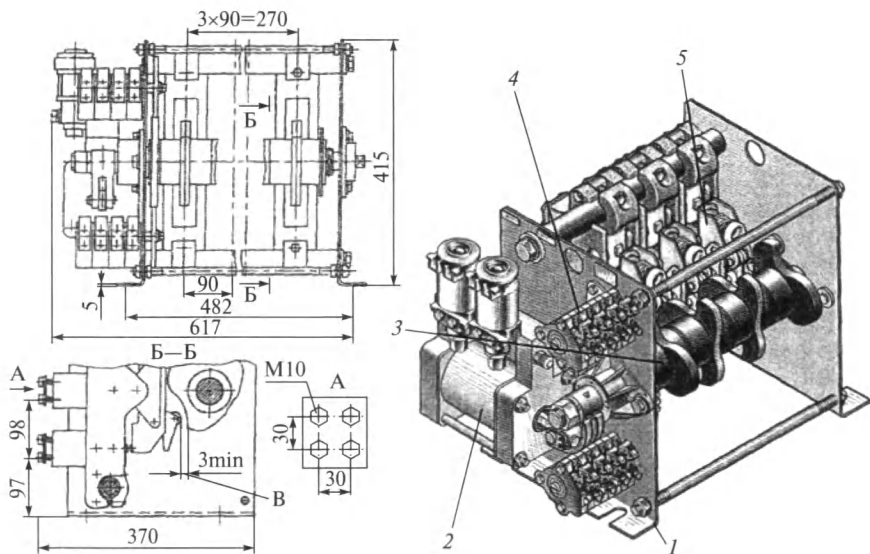


Рис. 68. Переключатель кулачковый двухпозиционный ПКД-01

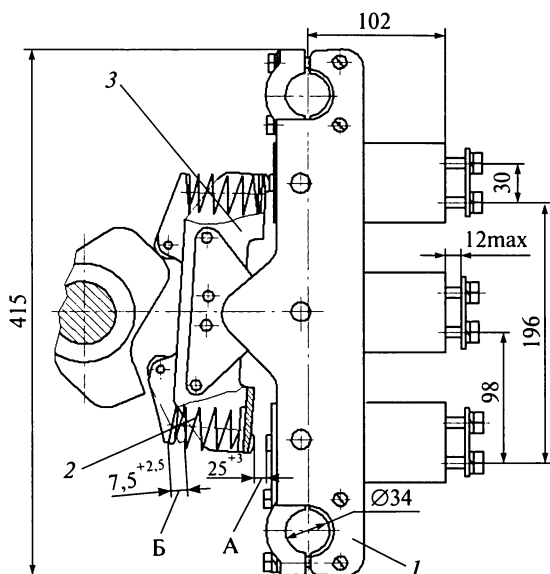


Рис. 69. Кулачковый элемент КЭ-01:
 1 — стенка изоляционная; 2 — пружина; 3 — механизм контактный

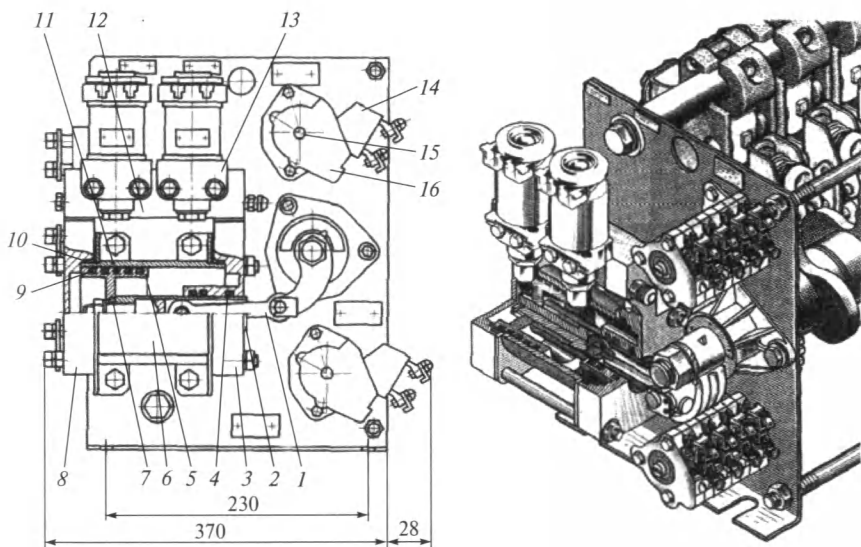


Рис. 70. Привод кулачкового переключателя ПКД-01

пределительной коробкой уплотнены специальными резиновыми кольцами 7 и 10. Места соединения распределительной коробки с крышками уплотнены прокладками из паронита. Для смазки поверхности трущихся деталей привода в направляющей крышке 3 и поршня расположены смазочные кольца 4 и 11 из тонкошерстного войлока.

Узел вспомогательных контактов (см. рис. 70) состоит из кулачковых контакторов 14 типа КЭ-153, корпусов 16 с кулачковыми шайбами и валиками 15. Валики связаны с кулачковым валом переключателя зубчатой передачей. При этом в положении 1 метки Б, В, Г, Д на шестернях 1 и 2 должны быть совмещены в соответствии с рис. 71.

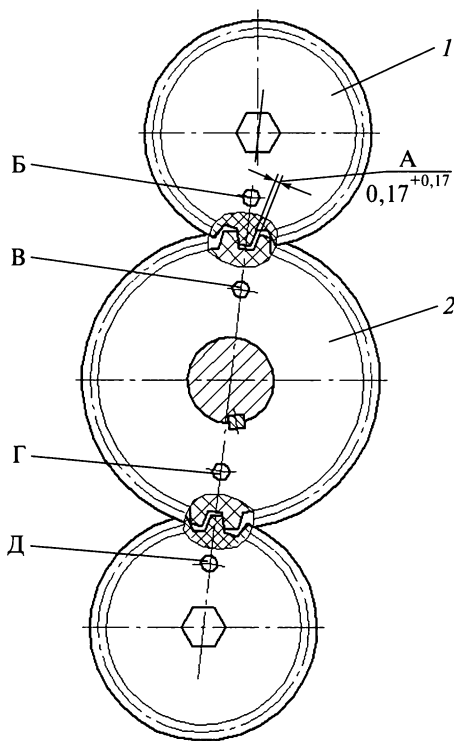
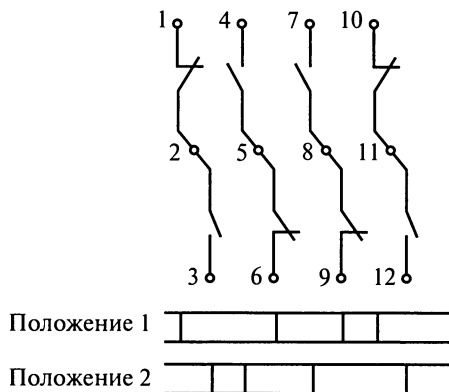


Рис. 71. Схема согласования положений кулачкового вала и валиков блокировок переключателя ПКД-01

При подаче напряжения на обмотку одного из электромагнитных вентилях 13 (см. рис. 70) последний открывает доступ сжатого воздуха в левую или правую часть цилиндра. Поступательное движение поршня 5 через кривошипно-шатунный механизм преобразуется во вращательное движение кулачкового вала. Вал 3, в соответствии с рис. 68, вращаясь в подшипниках установленных в боковинах 1 кулачковыми шайбами переключает кулачковые элементы 5. Вращательное движение кулачкового вала через зубчатую передачу передается на кулачковый валик узла вспомогательных контактов. При этом происходит переключение кулачковых контакторов.

Диаграмма коммутационных положений переключателя приведена на рис. 72.

Диаграмма коммутационных положений
 Главные контакты
 (вид с монтажной стороны)



Вспомогательные контакты
 (вид с монтажной стороны)

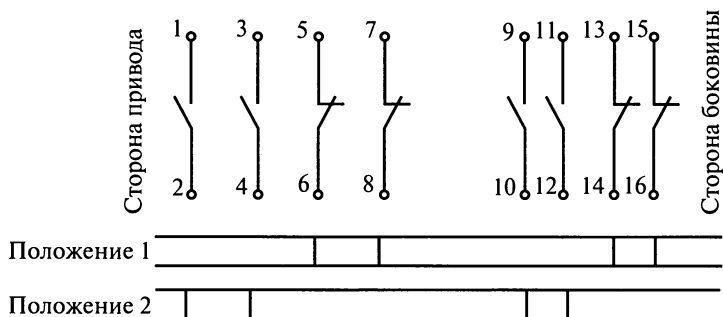


Рис. 72. Диаграмма коммутационных положений переключателя ПКД-01

5.4. Контакторы пневматические и электромагнитные

Пневматические контакторы ПК-356-01, ПК-358-64, ПК-358-69, ПК-360-63. Предназначены для включения и отключения главных цепей электровоза. Технические характеристики пневматических контакторов типа ПК приведены ниже.

Технические характеристики

Параметры	Тип контактора			
	ПК-356-01	ПК-358-64	ПК-358-69	ПК-360-63
Род тока главных контактов	Постоянный, пульсирующий временный			
Номинальное напряжение главных контактов, В	1500	3000	3000	1500
Номинальный ток главных контактов, А	1000	630	630	630
Род тока вспомогательных контактов	Постоянный, пульсирующий			
Номинальное напряжение вспомогательных контактов и катушки цепи управления, В	50	50	—	50
Номинальный ток вспомогательных контактов, А	5	—	—	—
Количество вспомогательных контактов: закрывающих размыкающих	2 1	— —	— —	— —
Номинальное давление сжатого воздуха в приводе, МПа (кгс/см ²)	0,5(5)	0,5(5)	0,5(5)	0,5(5)
Масса, кг	28	12	7,8	24

Устройство и работа. Пневматические контакторы всех типов по конструкции и принципу действия аналогичны. Поэтому рассмотрим устройство и работу только контактора ПК-356-01, как наиболее полно отражающего элементы конструкции контакторов подобного типа (рис. 73). Он состоит из основных узлов: неподвижных и подвижных главных контактов, пневматического привода 2, дугогасительной камеры 12 и вспомогательных контактов 1. Все узлы и детали аппарата смонтированы на изоляционном стержне 3. Узел неподвижных контактов состоит из кронштейна 11 с дугогасительной катушкой, основного контакта 9 и дугогасительного контакта 10. На кронштейне 5 подвижных контактов шарнирно установлен рычаг 6, несущий контактодержатель с основным контактом 7 и дугогасительным контактом 8.

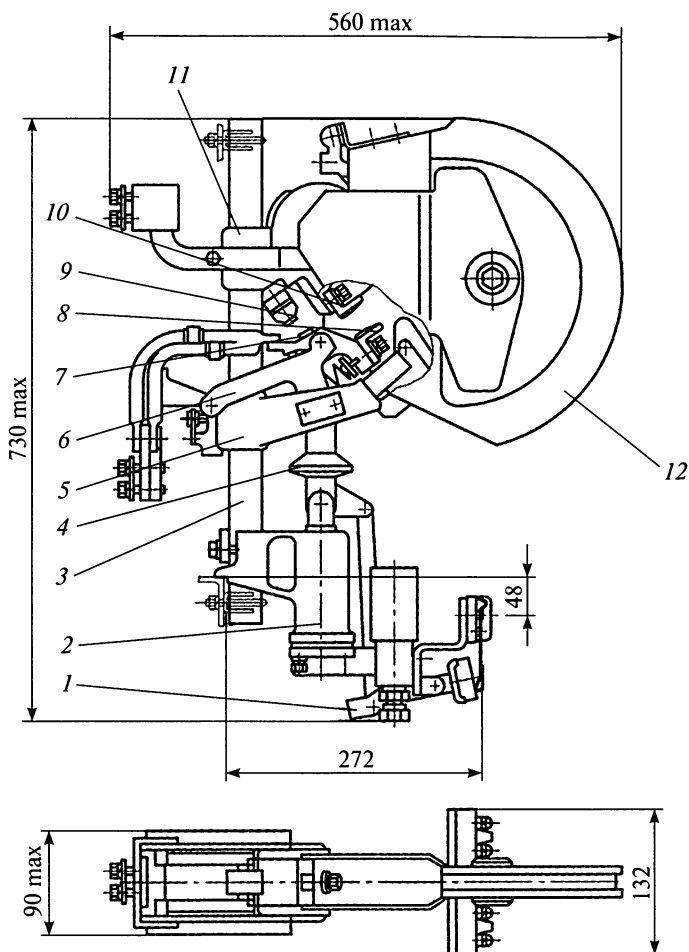


Рис. 73. Контактор пневматический ПК-356-01

Основные контакты имеют накладки из композиции серебро-окись кадмия и предназначены для прохождения через них тока. Дугогасительные контакты имеют накладки из композиции медь-вольфрам и предназначены для коммутации тока главной цепи. Рычаг 6 изоляционной тягой 4 связан со штоком пневматического привода 2. Привод (рис. 74) включает в себя цилиндр 5, отключающую пружину 4, подвижной шток 6, поршень 2, крышку 1 и элект-

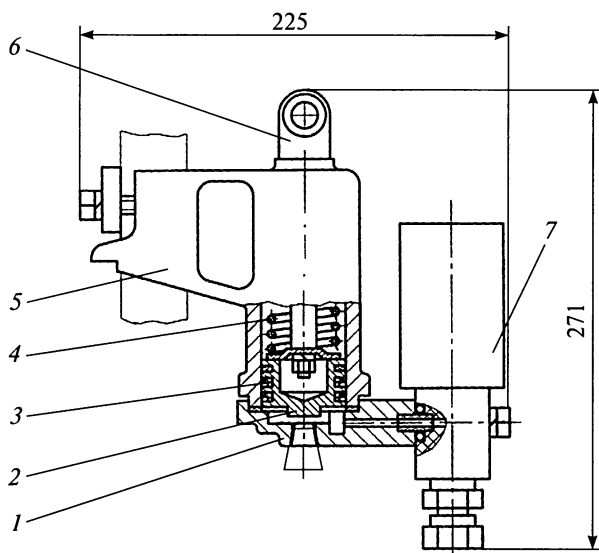


Рис. 74. Привод контактора ПК-356-01

тромагнитный вентиль 7 для подачи сжатого воздуха. Уплотнение поршня осуществляется резиновыми манжетами 3.

Для дугогашения в контакторе использована однощелевая дугогасительная камера, выполненная в виде двух прессованных боковин из дугостойкого материала. На выходе камеры установлены пламягасительные решетки.

Вспомогательные контакты применены пальцевого типа. Изоляционная колодка контактов с медными пластинами соединена с подвижной системой контактора через тягу, с помощью которой и приводится в действие.

Включение контактора осуществляется сжатым воздухом, поступающим в цилиндр пневматического привода либо через электромагнитный вентиль, при подаче на его катушку напряжения, либо через крышку привода от вентиля другого контактора. Поршень под действием сжатого воздуха перемещает подвижную систему аппарата, производит замыкание главных и переключение вспомогательных контактов. При этом дугогасительные контакты замыкаются

первыми перед замыканием основных. Отключение контакторов происходит под действием отключающей пружины после снятия напряжения с катушки вентиля. Сжатый воздух выходит из цилиндра через корпус вентиля в атмосферу. Подвижная система контактора возвращается в исходное положение, размыкая сначала основные, а затем дугогасительные контакты.

Возникающая на дугогасительных контактах электрическая дуга под действием магнитного поля дугогасительной катушки входит в щель камеры, где и гасится.

В электромагнитных вентилях на входе имеются втулки с калибровочным отверстием диаметром 1,5 мм. Через это отверстие сжатый воздух плавно поступает в цилиндр привода, в результате чего контакты и другие подвижные детали при включении не воспринимают ударных нагрузок.

В отличие от контактора ПК-356-01 контакторы ПК-358-64, ПК-358-69, ПК-360-63 имеют одну пару главных контактов, выполненных из профильной твердой меди марки М1.

Контактор ПК-358-64, ПК-358-69 не имеет системы дугогашения, а контактор ПК-358-69 не имеет электромагнитного вентиля. Контакторы ПК-360-63, ПК-358-64, ПК-358-69 не имеют вспомогательных контактов.

В остальном конструкция этих аппаратов аналогична конструкции контактора ПК-356-01.

Электромагнитные контакторы МК. Предназначены для коммутации цепей управления и вспомогательных цепей электровоза.

Электромагнитные контакторы по конструкции подразделяются на две группы:

- контакторы МК-8-01, МК-45, МК-63, МК-63-02, МК-68, МК-69, МК-72;
- контактор МК-32 и МК-84.

Контакторы каждой группы по конструкции аналогичны, имеют однополюсное и двухполюсное исполнение главных контактов. Отличаются по числу вспомогательных контактов. Приводом служит электромагнит клапанного типа с втягивающей катушкой постоянного тока. Технические характеристики электромагнитных контакторов приведены ниже.

Технические характеристики

Параметры	Тип контактора									
	МК8-01	МК-45	МК-32	МК-63	МК-63-01	МК-63-02	МК-68	МК-69	МК-72	МК-84
Номинальное напряжение главных контактов, В постоянного тока переменного тока	—	50	—	50	—	50	50	50	50	—
	—	380	380	380	—	380	380	380	380	380
	60	80	150	50	50	50	50	80	50	150
Номинальный ток главных контактов, А										
Род тока вспомогательных контактов и катушки цепи управления										
Номинальное напряжение вспомогательных контактов и катушки цепи управления, В	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Номинальный ток вспомогательных контактов, А	10	10	10	10	10	10	—	—	10	10
Количество вспомогательных контактов: замыкающих, размыкающих	1 2	2 2	2 —	2 2	3 1	2 —	— —	— —	2 2	2 2
Масса, кг	6,26	6,85	10,3	6,3	6,3	6,3	6,45	5,5	6,95	13

Устройство и работа контакторов первой группы. Рассмотрим на примере контактора МК-45 в соответствии с рис. 75.

Все узлы и детали смонтированы на скобе электромагнита 8. Неподвижные контакты 10 в виде скоб установлены на изоляционной колодке 3 и образуют самостоятельный узел. Подвижные контакты 9 в виде мостика расположены в окнах изоляционной тяги 1, которая своими призмами опирается с одной стороны на якорь 11, а с другой — на скобу 7. Эти детали образуют подвижную систему контактора. Контакты имеют накладки из композиции серебро-окись кадмия. Контактное нажатие осуществляется пружиной 5. Для регулировки зазора между контактами и провала предусмотрены пластины 2 и прокладки 13.

Узел вспомогательных контактов 14 укреплен на верхней скобе и приводится в действие скобой 15, установленной на якоре 11.

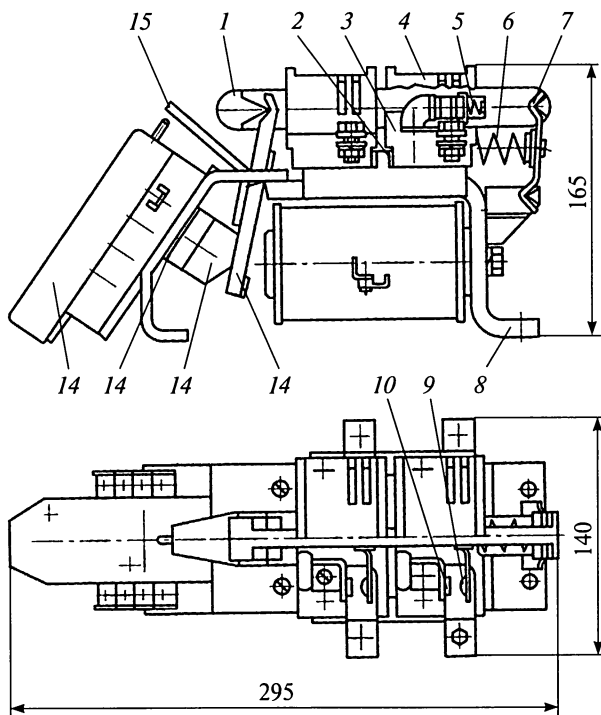


Рис. 75. Электромагнитный контактор МК-45

Для обеспечения заданного угла поворота якоря на скобе предусмотрен упор 12. При подаче напряжения на втягивающую катушку электромагнита якорь под действием электромагнитных сил поворачивается на призматической опоре и сообщает поступательное движение тяге. При этом происходит замыкание или размыкание главных и вспомогательных контактов.

Выключение контактора осуществляется отключающей пружиной 6 после снятия напряжения с катушки. При размыкании цепи возникающая электрическая дуга на главных контактах гасится за счет интенсивного нарастания сопротивления в двух дуговых промежутках. Дугогасительная камера 4 предназначена для ограничения пламени дуги.

Устройство и работа контакторов второй группы. Рассмотрим на примере контакторов МК-84 в соответствии с рис. 76.

Все узлы и детали контактора смонтированы на П-образной скобе 1 электромагнита. В окне скобы на призме установлен якорь 2, удерживаемый специальными накладками. К скобе с помощью болта закреплена втягивающая катушка. Электромагнитная система дугогашения состоит из дугогасительной катушки и дугогасительной камеры 5 с полюсами. Вся система смонтирована на изоляционном основании 3.

Контактная система включает в себя неподвижный и подвижный контакты с контактной пружиной. Неподвижный контакт 6 установлен на кронштейне, закрепленном на изоляционном основании 3, а подвижной контакт 7 установлен в корпусе изоляционного кронштейна на игольчатой опоре и соединен гибким проводником с выводом контактора.

Главные контакты выполнены из профильной кадмиевой меди, что обеспечивает их высокую электрическую износостойкость. Для регулировки зазора между контактами и провала предусмотрены регулировочные пластины 4 и шайбы 9.

Вспомогательные контакты 8 выполнены в виде самостоятельного узла. Контакты мостикового типа с накладками из серебра. Для защиты контактов от попадания на них пыли грязи, контакты закрыты прозрачным кожухом. Узел вспомогательных контактов установлен на скобе электромагнита.

В отличие от контактора МК-84 контактор МК-32 выполнен однополюсным.

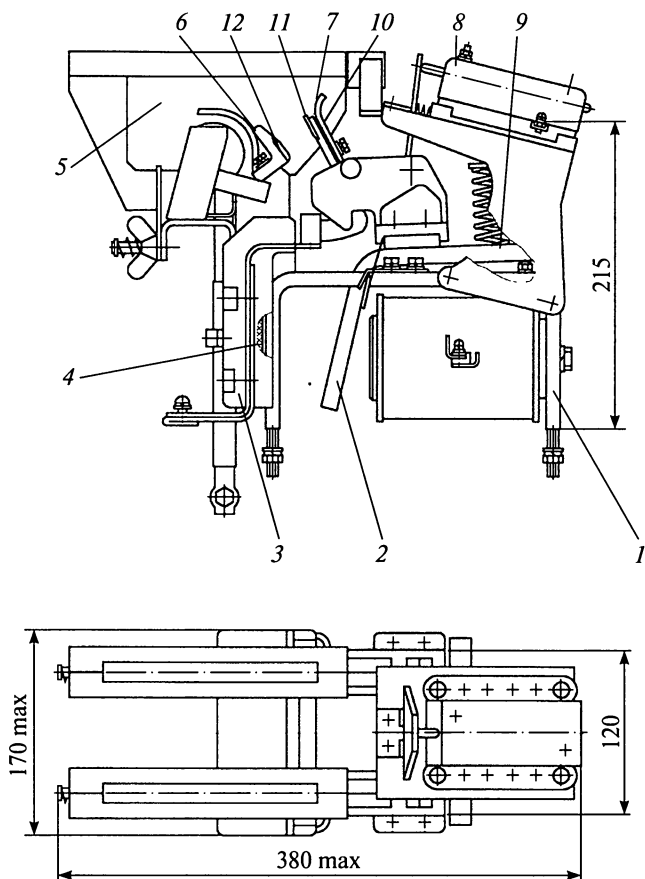


Рис. 76. Контактор электромагнитный МК-84

5.5. Предохранители

Предохранитель ПР-2. Такие предохранители с закрытой разборной плавкой вставкой предназначены для защиты электрооборудования промышленных установок и электрических цепей при перегрузках и коротких замыканиях при установке их в цепях переменного тока напряжением до 500 В, частоты 50 и 60 Гц и в цепях постоянного тока до 440 В.

Технические данные

Номинальное напряжение, В..... 500

Исполнение:

по номинальному току основания, А 15; 60

по номинальному току плавкой вставки, А 10; 15; 35; 60

Устройство и работа. Предохранитель ПР-2 (рис. 77) состоит из держателя плавкой вставки 1 и двух контактных стоек 2. Плавкая ставка находится внутри держателя, который состоит из изоляционной оболочки — гильзы, армированной деталями для крепления плавкого элемента и подвода тока к нему. Специальная шайба с прорезью предназначена для удержания плавкой вставки к шайбе и осуществляют подвод тока от контактных стоек. Контактные стойки установлены на специальной изоляционной панели электровоза и предназначены для присоединения проводов защищаемой цепи и для установки держателя плавкой вставки.

Перезарядка предохранителя должна проводиться только плавкими вставками, специально предназначенными для предохранителей типа ПР-2.

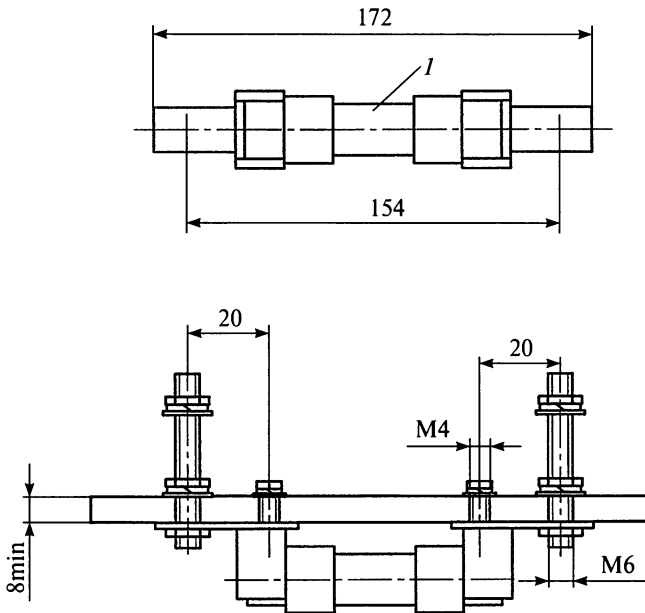


Рис. 77. Предохранитель ПР-2

Предохранитель ВПК-42. Предназначен для защиты киловольтметров от токов короткого замыкания.

Технические данные

Номинальное напряжение (в цепях постоянного тока), В.....3000

Сопротивление патрона, Ом..... $52,5 \pm 5,25$

Масса, кг.....6,9

Устройство и работа. Предохранитель ВПК-42 (рис. 78) состоит из патрона 8, вставленного в контакты 7, закрепленные на опорных изоляторах 2, которые в свою очередь установлены на металлическом каркасе 1. Каркас служит для установки предохранителя в кузове электровоза.

Основными частями патрона является: фарфоровая или стеклянная трубка с закрепленными на концах контактными колпачками и уплотнительными прокладками; плавкая вставка, выполненная

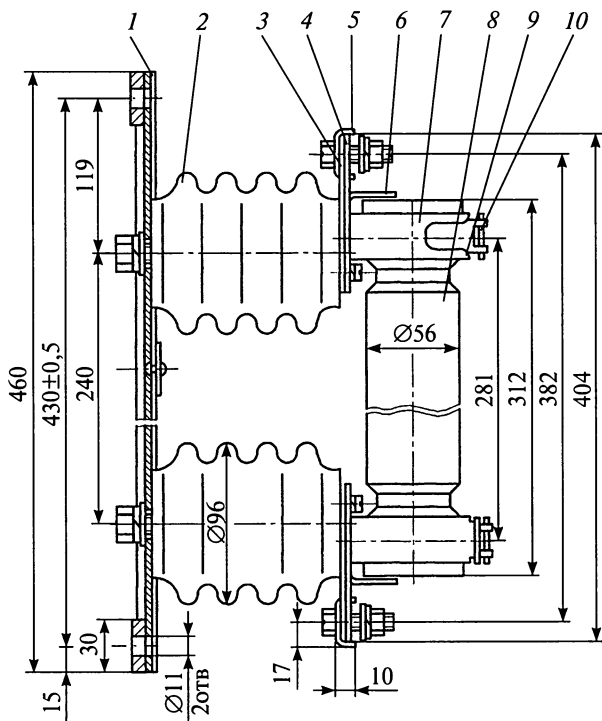


Рис. 78. Предохранитель ВПК-42

из намотанного на ребристый керамический сердечник константанового провода, состоящего из трех ступеней разного сечения; наполнитель — сухой, чистый кварцевый песок с содержанием кварца не менее 99 %; две крышки, припаянные к торцам контактных колпачков.

Контакт предохранителя включает в себя контактную губку 7, замок, состоящий из откидывающейся пружинной скобы 9 и рычага 10, контактный вывод, выполненный из стальной планки 3 с медной накладной планкой 4 и ограничителя 6. Замок обеспечивает необходимое контактное нажатие и предотвращает выпадение патрона при действии ударов и вибрации. Контактный вывод имеет скобу 5 для фиксации наконечников внешнего подсоединения. Сопротивление патрона должно быть $(52,5 \pm 5,25)$ Ом. Категорически запрещается установка патронов предохранителя ВПК-42 с другими параметрами, так как это может привести к взрыву киловольтметра.

Предохранитель ПКЭН006-10. Назначение: предохранитель ПКЭН006-10 предназначен для защиты киловольтметров от токов короткого замыкания.

Технические данные

Номинальное напряжение (в цепях постоянного тока), В.....3000

Сопротивление патрона, Ом..... $52,5 \pm 5,25$

Устройство и работа. Предохранитель ПКЭН006-10 (рис. 79) состоит из патрона 7, вставленного в контакты 6, закрепленные на опорных изоляторах 1, которые в свою очередь установлены на панели на кузове электровоза.

Основными частями патрона являются: фарфоровая или стеклянная трубка с закрепленными на концах контактными колпачками и уплотнительными прокладками; плавкая вставка, выполненная из намотанного на ребристый керамический сердечник константанового провода, состоящего из трех ступеней разного сечения; наполнитель — сухой, чистый кварцевый песок с содержанием кварца не менее 99 %; две крышки, припаянные к торцам контактных колпачков.

Контакт предохранителя включает в себя контактную губку 6, замок, состоящий из откидывающейся пружины скобы 8 и рычага 9, контактный вывод, выполненный из стальной планки 2 с медной накладной планкой 3 и ограничителя 5. Замок обеспечивает необходимое контактное нажатие и предотвращает выпадение патрона при действии ударов и вибрации. Контактный вывод имеет скобу 4 для

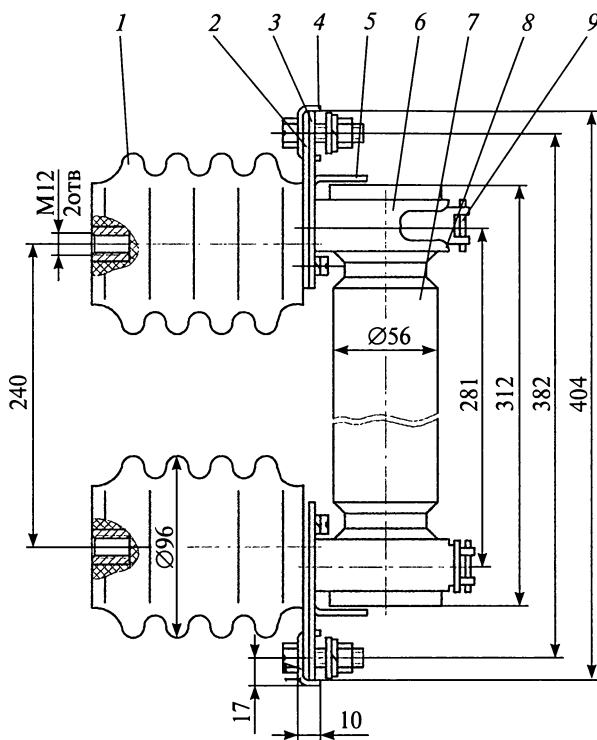


Рис. 79. Предохранитель ПКЗН006-10

фиксации наконечников внешнего подсоединения. Сопротивление патрона должно быть $(52,5 \pm 5,25)$ Ом.

Категорически запрещается установка патронов предохранителя ПКЭН006-10 с другими параметрами, так как это может привести к взрыву киловольтметра.

Предохранители с плавкой вставкой ВПБ-6 или ВПТ-6. Предназначены для защиты электрических цепей постоянного и переменного тока при перегрузках и коротких замыканиях.

Технические данные

Номинальное напряжение:

- в цепях постоянного тока, В..... 600
- в цепях переменного тока, В..... 600

Номинальный ток плавкой вставки, А..... 1,0; 2,0; 5,0

Масса предохранителя, кг..... 0,004

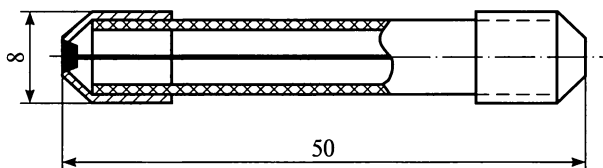


Рис. 80. Вставка плавкая ВПТ-6

Устройство и работа. Предохранители с плавкими вставками ВПБ-6 или ВПТ-6 (рис. 80) состоят из патрона и плавкой вставки.

Применяются в комплекте с держателем вставки плавкой ДВП-8.

5.6. Реле управления и защиты

Промежуточные реле РП-277, РП-279, РП-280, РП-281, РП-282, РП-283 предназначены для переключения электрических цепей управления электровоза.

Реле времени РЭВ-296, РЭВ-597-01 и РЭВ-49 предназначены для управления с выдержкой времени аппаратами цепей управления.

Реле контроля напряжения РКН-4-05 предназначено для работы в схеме панели реле напряжения ПРН-318-01, РКН-4-04 — в схеме панели ПРН-532-01, РКН-35-02 — в схеме панели ПРН-216, а РКН-37 — в схеме панели защиты от кругового огня ПЗКО-844.

Реле заземления РЗ-303 предназначено для защиты силовой цепи электровоза при замыкании на «землю». Реле контроля «земли» РКЗ-306 предназначено для сигнализации о появлении замыкания на «землю» вспомогательных цепей. Технические характеристики выше перечисленных реле приведены ниже.

Технические характеристики реле

Параметр	Тип реле									
	РП-277, РП-279, РП-280, РП-282, РП-283	ПР-281	РЭВ-296	РЭВ-597-01, РЭВ-49	РЗ-303	РКЗ-306	РКН-4-04	РКН-4-05	РКН-35-02	РКН-37
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Род тока	Постоянный, пульсирующий (коэффициент пульсации $K_n = 100\%$)									
Номинальное напряжение катушки, В	50	50	50	50	—	—	—	—	—	—
Номинальное напряжение изоляции катушки, В	50	50	50	50	380	380	630	630	1500	2000
Номинальное сопротивление катушки при 20 °С, Ом	156	156	148	148	165*/125	445	36	445	36	445
Диаметр провода, мм	0,355	0,355	0,315	0,315	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25
Число витков катушки	6200	6200	4600	4600	3170*/3170	9300	2900	9300	2900	9300
Напряжение срабатывания при температуре до 40 °С, В	20+5	25+3	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ток срабатывания при температуре до 40 °С, А	—	—	0,14-0,19	0,14-0,19	0,24-0,26*/0,16-0,2	—	0,27-0,29	0,09-0,11	—	—
Выдержка времени на отключение, с			2-3	1-1,5		—	—	2-3	—	—
Номинальный отключаемый ток контактов при постоянной времени 0,05с и числе циклов срабатывания 50 тысяч, А	5	5	5	5	5	5	2	2	2	2
Номинальное напряжение контактов, В	50	50	50	50	50	50	110	110	110	110
Число контактов: размыкающих замыкающих		3 1	1 1		2 2	—	2 2	2 2	1 1	2 2

Реле перегрузки РТ-253, РТ-255 и РТ-546-01 предназначены для защиты от перегрузок и коротких замыканий в силовых и вспомогательных цепях электровоза.

Технические характеристики реле перегрузки приведены ниже.

Технические характеристики реле перегрузки

Параметр	Значение для реле типа		
	РТ-253	РТ-255	РТ-546-1
Род тока	Постоян- ный	Перемен- ный	Перемен- ный
Номинальное напряжение изоляции катушки (шины), В	3000	3000	2000
Номинальный ток катушки (шины), А	1000	1000	1950
Ток уставки, А	1500±50	3500±175	4000±200
Номинальное напряжение контактов, В	50	50	50
Количество контактов:			
– размыкающих	1	1	—
– замыкающих	1	1	1
Номинальный отключаемый ток контактов при $U = 50$ В и $T = 0,05$ с	3	3	3

Устройство и работа. По конструкции реле промежуточные, реле времени, реле заземления, реле контроля «земли», реле контроля напряжения максимально унифицированы (рис. 81). Реле электромагнитные, с магнитной системой клапанного типа. Магнитная система состоит из ярма 5 U-образной формы и якоря 2. Магнитопровод установлен на изоляционной панели. Реле промежуточные имеют полюсный наконечник 11

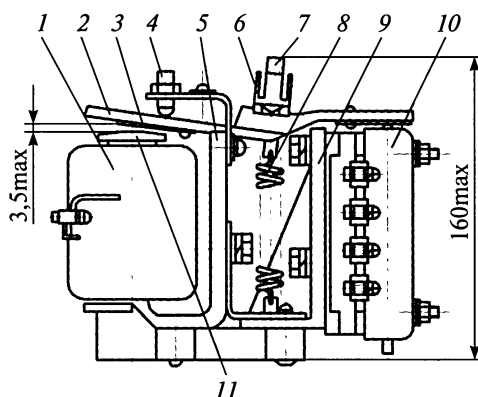
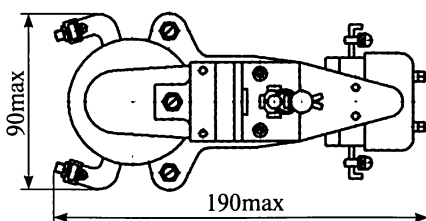


Рис. 81. Реле промежуточное:
1 — катушка; 2 — якорь; 3 — прокладка немагнитная; 4 — шпилька; 5 — ярмо; 6 — гайка; 7 — шпилька; 8 — пружина отключающая; 9 — уголок; 10 — блокировка; 11 — наконечник полюсный



сферической формы. Для предохранения от самоотвинчивания резьбовое соединение наконечника и сердечника магнитопровода производится на сурике железном густотертом. На сердечнике магнитопровода установлена катушка 1.

Катушки реле выполнены бескаркасными. Во внутреннее окно катушек вставляется неподвижно стальная трубка с фиксирующим выступом для улучшения теплоотдачи от катушки и для фиксации катушки относительно сердечника ярма в поперечном направлении. Для неподвижной посадки катушки относительно сердечника в продольном направлении между сердечником и трубкой устанавливается клин. На якоре 2 установлена немагнитная прокладка 3.

Контактные системы реле выполнены в виде универсальных блокировок, представляющих собой самостоятельные узлы (рис. 82) с различными сочетаниями контактов. От попадания пыли и посторонних частиц контакты блокировки защищены прозрачным кожухом.

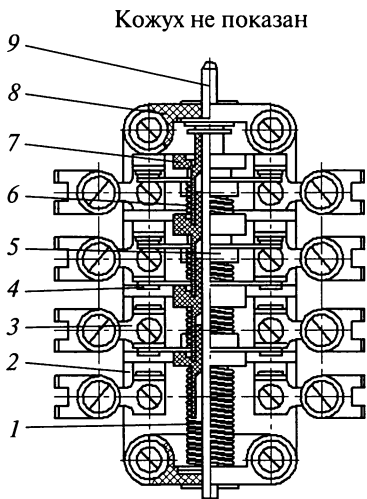


Рис. 82. Блокировка электрическая низковольтная (без кожуха): 1 — отключающая пружина; 2 — панель изоляционная; 3 — контакт неподвижный; 4 — контакт подвижный; 5 — втулка; 6 — контактная пружина; 7 — втулка; 8 — стойка; 9 — шток

Контакты мостикового типа, контактные накладки — биметаллические с рабочим слоем из сплава CrNi0,1 . Неподвижные контакты 3 установлены на изоляционной панели 2. Подвижные контакты 4 собраны на штоке 9 и изолированы друг от друга втулками 5, 7. Контактное нажатие создается пружиной 6. Различное сочетание контактов в пределах одного типоразмера получают заменой съемных неподвижных контактов, поворотом мостиков, уменьшением или добавлением контактных пар. Шток с набором мостиков, втулок и контактных пружин перемещается в отверстиях стоек 8.

Усилие, необходимое для переключения контактов, передается на шток блокировки через планку из электроизоляционного материала, закрепленную на якоре реле. Блоки-

ровка 10 закрепляется на уголке 9 из изоляционного материала (см. рис. 81).

Регулировка срабатывания реле осуществляется изменением усилия отключающей пружины 8 перемещением специальной гайки 6, которая навинчивается на шпильку 7. Регулировка рабочего зазора под якорем осуществляется шпилькой 4. После регулировки реле пломбируются.

Обмотки катушек выполняются проводом ПЭТ-200. Катушки изолированы стеклолентой и пропитаны в эпоксидном компаунде. Параметры катушек приведены в табл. 5.3.

Все реле предназначены для внутренней установки. Рабочее положение — вертикальное, блокировкой вверх.

Реле времени имеет магнитную систему, которая несколько отличается от магнитной системы промежуточного реле (рис. 83). Магнитопровод, выполненный без полюсного наконечника, имеет литое алюминиевое основание, которое является дополнительным короткозамкнутым витком, увеличивающим выдержку времени на отключение. Также для создания выдержки времени при снятии напряжения с катушки реле применены медные гильзы 11, установленные на ярме магнитопровода и внутри катушки.

Реле заземления РЗ-303 (рис. 84) имеет указатель срабатывания, магнитопровод — без полюсного наконечника, катушка состоит из двух обмоток: включающей А и удерживающей Б.

Реле контроля «земли» РКЗ-306 по конструкции ана-

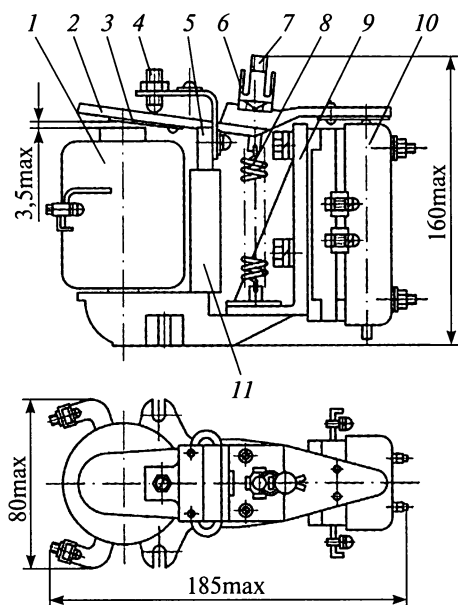


Рис. 83. Реле времени РЭВ:
1 — катушка; 2 — якорь; 3 — прокладка немагнитная; 4 — шпилька; 5 — ярмо; 6 — гайка; 7 — шпилька; 8 — пружина отключающая; 9 — уголок; 10 — блокировка; 11 — гильза медная

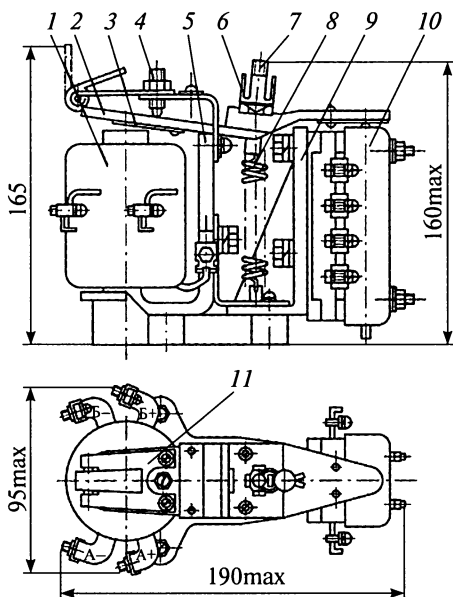


Рис. 84. Реле заземления РЗ-303:

1 — катушка; 2 — якорь; 3 — прокладка немагнитная; 4 — шпилька; 5 — ярмо; 6 — гайка; 7 — шпилька; 8 — пружина отключающая; 9 — уголок; 10 — блокировка; 11 — указатель срабатывания

Механизм реле (рис. 85) состоит из шихтованного магнитопровода (ярма 4 и якоря 3), катушки (шины) 12, отключающей пружины 2, специального болта 13, блокировки 9, блинкера 10, смонтирован между двумя боковинами 1 из электроизоляционного материала. Якорь сбалансирован относительно оси вращения противовесом 11. Катушка (шина) плотно установлена в окне ярма и закреплена сверху клином 5.

Для сигнализации о срабатывании реле перегрузки имеют механический указатель срабатывания — блинкер 10 (рис. 85) с ручным возвратом. Якорь закрыт съемным прозрачным кожухом 8. Рабочий зазор под якорем регулируется гайкой 6 и шпилькой 7. Регулировка срабатывания реле осуществляется изменением усилия отключающей пружины 2 при помощи специального болта 13, кото-

логично промежуточному реле РП. Отличие состоит в том, что реле контроля «земли» не имеет полюсного наконечника и его катушка имеет усиленную изоляцию из стеклослюдинитовой ленты, пропитанной в эпоксидном компаунде. Также реле РКЗ-306 имеет на магнитопроводе болт для соединения с корпусом электровоза.

Реле контроля напряжения РКН-4-04, РКН-4-05, РКН-35-02 и РКН-37 (с указателем срабатывания) (см. рис. 84) конструктивно отличается от промежуточных реле тем, что выполнены без полюсного наконечника и на магнитопроводе имеют специальное болтовое крепление для соединения с корпусом электровоза.

Реле перегрузки РТ — электромагнитные с магнитной системой клапанного типа.

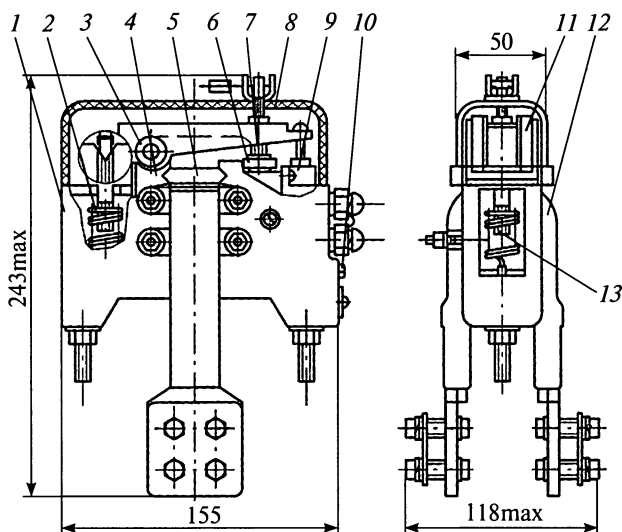


Рис. 85. Реле перегрузки РТ

рый фиксируется специальной шайбой. После регулировки на реле устанавливается прозрачный кожух, закрывающий якорь и узлы регулирования. После регулирования все реле пломбируется.

5.7. Реле

Реле напряжения герконовое РНГ-53. Предназначено для подачи сигнала о срабатывании токовых реле, защищающих тяговые обмотки трансформатора. Устанавливается на панели гальванической развязки ПРГ-888.

Технические данные

Род тока	постоянный
Номинальное напряжение изоляции катушки, В.....	3600
Напряжение срабатывания, В.....	8—16
Номинальное сопротивление катушки при 20 °С, Ом.....	4010
Количество контактов: размыкающих	1
Номинальное напряжение контакта, А	110
Номинальный отключаемый ток контакта, А.....	0,02
Время срабатывания, мс, не более	3
Время возврата, мс, не более	4

Устройство и работа. Реле напряжения герконовое РНГ-53 (рис. 86), состоит из каркаса, выполненного из изоляционного материала, на который намотана катушка 1. Внутри каркаса расположен контакт 2, состоящий из геркона КЭМ-3 гр.0 с припаянным проводом, изолированный трубкой типа ТВ-50, сверху которой расположен экран с выводом, при помощи которого экран соединяется с корпусом электровоза. Наличие заземляющего экрана между катушкой и контактами реле дает возможность защитить цепи управления от попадания высокого потенциала при пробое изоляции. Во избежание перемещения контакт в корпусе герметически залит клеем эпоксидным К-1 с одного торца. При подаче напряжения на катушку реле происходит размыкание контакта геркона, при снятии напряжения с катушки контакты геркона замыкаются.

Реле термозащитное РТЗ-32 и РТЗ-3. Предназначено для отключения нагревателя калорифера и для сигнализации о возникновении пожара в кузове электровоза. Термозащитное реле РТЗ-3 предназначено для защиты реактора от перегрева при отсутствии

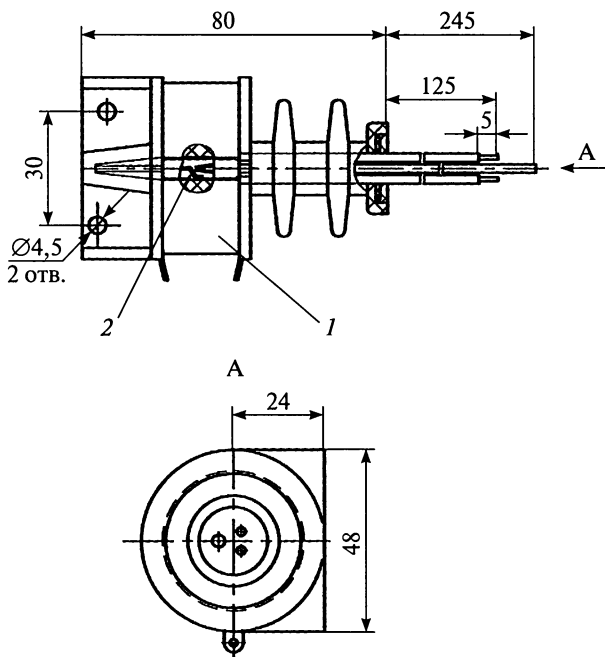


Рис. 86. Реле напряжения герконовое РНГ-53

подачи охлаждающего воздуха. Реле срабатывает в аварийных режимах, когда температура окружающего воздуха повышается до температуры плавления плавкой вставки.

Технические характеристики приведены ниже.

Технические данные термозащитных реле

Параметр	РТЗ-32	РТЗ-3
Номинальное напряжение, В	50	50
Номинальный отключаемый ток, А	1	1
Рабочая температура окружающего воздуха, °С	80	80
Температура срабатывания, °С	183-205	90-100
Наибольшая температура в месте установки в течение 3 мин, °С	250	250
Время срабатывания с рабочего состояния при скорости нарастания температуры воздуха в месте установки 25 °С/мин, не более	5	5
Масса, кг	0,075	0,062

Устройство и работа. Термозащитное реле РТЗ-32 (рис. 87) имеет следующую конструкцию: в колодке 1 развальцованы две резьбовые втулки 6. К втулкам винтами прикреплены пружины 3 и 4 и упоры 5. Пружины выполнены из бронзовой ленты. Верхние концы пружин сведены вместе и соединены с помощью плавкой вставки 2, изготовленной из сплава, состоящего из 50 % свинца и 50 % олова и имеющего температуру давления от 183 до 205 °С (для РТЗ-32).

При повышении температуры воздуха в зоне установки реле плавкая вставка плавится и концы пружин расходятся, разрывая электрическую цепь.

Термозащитное реле РТЗ-3 устанавливается над катушкой реактора. Принцип действия реле такой же, как и реле РТЗ-32.

Реле температуры. Предназначено для поддержания опре-

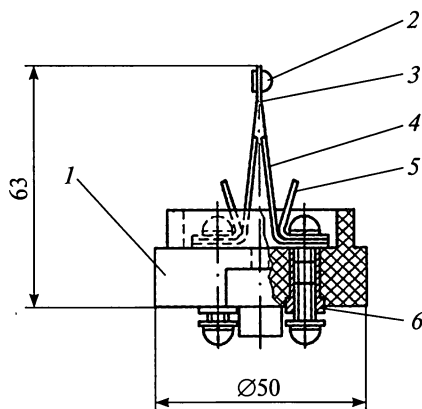


Рис. 87. Реле термозащитное РТЗ-32

деленной температуры воды в баке санитарно-технического узла тягового агрегата.

Технические данные

Температура срабатывания, °С	35±1,5
Разброс срабатывания, °С	±1
Зона нечувствительности при температуре окружающего воздуха 20 °С, относительной влажности 65 % и скорости изменения температуры контролируемой среды до 0,5 °С в минуту, °С.....	3—6
Номинальное напряжение контактов, В	50; 110
Мощность, коммутируемая контактами реле при $U = 110$ В и индуктивной нагрузке 2Гн, Вт.....	30
Число переключений	150 000
Масса, кг.....	0,5

Устройство и работа. Реле температуры (рис. 88) состоит из датчика ТАМ 103-03.2.2./35 и присоединительных проводов с наконечниками, припаянных к розетке штепсельного разъема.

Устройство датчика ТАМ 103 реле температуры следующее (см. рис. 88). Ко дну сильфона манометрической жидкостной термосистемы 1 реле прижат шток 2 пружиной 3. Вторым концом шток 2 воздействует на систему рычагов 4 и 7, шарнирно укрепленную на оси 6 и поджатую к штоку 2 двумя пружинами кручения 8. Кинематическая связь рычагов 4 и 7 осуществляется пружиной 9 и винтом 10. При изменении температуры контролируемой среды окружающей термосистему 1, объем жидкости в ней изменяется, что приводит к перемещению дна сильфона и штока, который передает это перемещение рычагу 4. При повышении температуры рычаг 4, перемещаясь, через пружину 9 перемещает рычаг 7, который своим концом воздействует на кнопку переключателя 5. При понижении температуры контролируемой среды объем жидкости в термосистеме уменьшается, дно сильфона и шток перемещаются вниз, вместе с ними переместятся вниз под действием пружин 8 и 9 рычаги 4 и 7. Рычаг 7 отойдет от кнопки переключателя 5, и переключатель работает в обратном направлении. Конструкция реле допускает перенастройку на температуру от 0 до 100 °С. Для уменьшения уставки винт 10 необходимо вращать против часовой стрелки, для увеличения уставки винт вращать по часовой стрелке.

Реле электротепловые токовые ТРТП. Предназначены для защиты вспомогательных машин от перегрузок недопустимой продолжительности.

Технические характеристики приведены ниже.

Технические данные реле ТРТП

Наименование параметров	Значение параметров		
	ТРТП-114	ТРТП-137	ТРТП-154
Номинальное напряжение, В			
– переменный ток	380	380	380
– постоянный ток	440	440	440
Номинальный ток, А	5	56	285
Ток проверки, А	30	336	1710
Время срабатывания, с	2,5—15	4—15	5—20

А—А

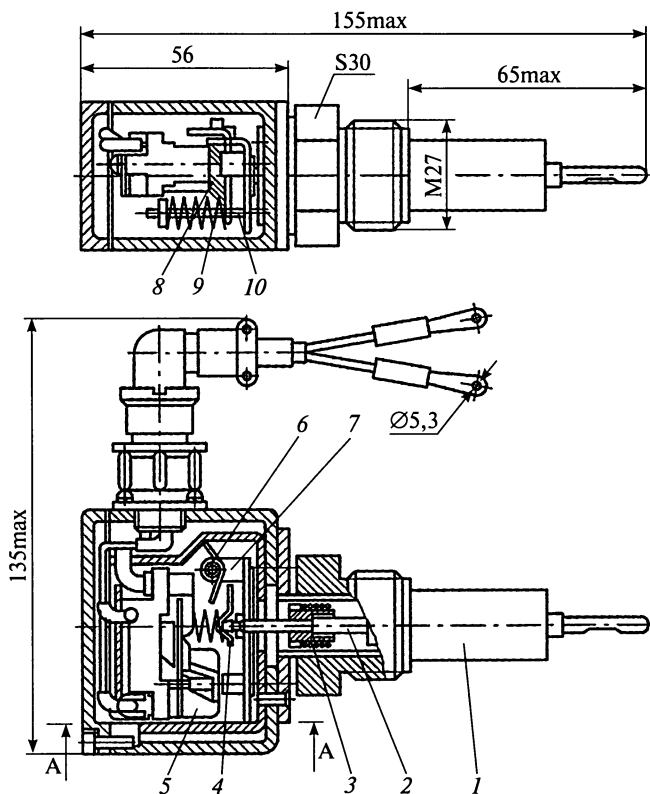


Рис. 88. Реле температуры:

1 — термосистема; 2 — шток; 3 — пружина; 4 — рычаг; 5 — переключатель; 6 — ось; 7 — рычаг; 8 — пружина; 9 — пружина; 10 — винт

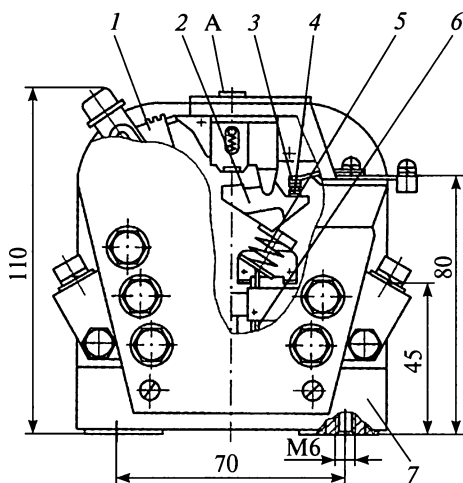


Рис. 89. Реле электротепловое ТРТП

Устройство и работа. Реле ТРТП (рис. 89) имеют следующую конструкцию: биметаллические пластины 6 U-образной формы посажены на ось. На правый конец пластины опирается цилиндрическая пружина 5, другой конец которой опирается на изоляционную колодку 2, несущую на себе подвижный контактный мостик 4 с контактами. Левый конец пластины соединен с механизмом уставки 1, позволяющим регулировать ток несрабатывания путем изменения натяга биметаллических пластин. При

достижении тока срабатывания термобиметаллические пластины изгибаются настолько, что поворачивают пружину, изменяется направление усилия на колодку, колодка поворачивается вокруг оси и отключает контакт. Спустя 1—2 минуты пластины остывают, занимают первоначальное положение, и реле самовосстанавливается. В корпусе реле 7 установлен неподвижный контакт 3. Кнопка А служит для принудительного восстановления реле до полного остывания пластин. Ток уставки реле увеличивается примерно на 3,5 % при уменьшении температуры окружающей среды на каждые 10 °С и уменьшается на то же значение при увеличении температуры.

Реле электротепловые РТТ-85-33, РТТ-85-29. Реле электротепловые токовые с дистанционным возвратом серии РТТ-85 предназначены для защиты трехфазных электродвигателей от токовых нагрузок недопустимой продолжительности. Технические данные приведены ниже.

Технические данные

Наименование параметров	РТТ-85-29-121-01	РТТ-85-33-132
Номинальный ток реле, А	63	160
Номинальный ток несрабатывания на средней уставке, А	8,5	125
Диапазон регулирования номинального тока несрабатывания, А	8,5—11,5	106—144
Наибольший ток продолжительного режима при температуре 60 °С, А	11,5	144,0
Номинальное сечение присоединяемых проводников, мм ²	2,5	70
Время срабатывания реле:		
— при включении с холодного состояния, с	6—15	8—20
— при включении с нагретого состояния, с, не менее	0,8	1,2

Устройство и работа. Реле серии РТТ-85-29-121-01 (рис. 90) представляют собой реле, состоящие из двух частей: электротеплового реле и устройства для обеспечения дистанционного возврата реле в виде электромагнита постоянного тока клапанного типа с внешним поворотным якорем, который воздействует на кнопку возврата реле.

Технические данные

Род тока постоянный, пульсирующий ($K_n = 40 \%$)

Режим работы..... кратковременный

Номинальное напряжение, В..... 50

Напряжение срабатывания, В, не более..... 35

Допустимое время нахождения под током, с, не более 8

Конструкция реле РТТ-85-33-132 аналогична РТТ-85-29-121-01, но выводы от тепловых элементов выполнены с болтами М8. Работа реле основана на использовании изменения изгиба биметалла в зависимости от температуры.

Время срабатывания реле проверяется при трехфазном включении и нагреве 6-кратным номинальным током при срабатывании

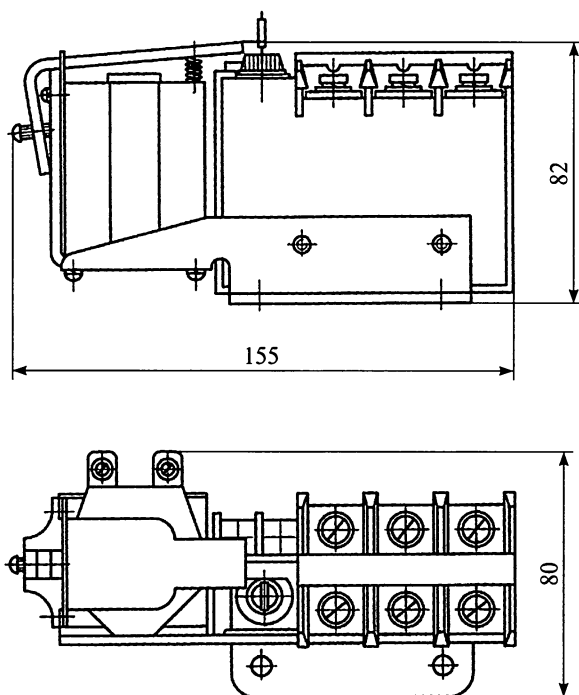


Рис. 90. Реле электротепловое токовое РТТ-85-33, РТТ-85-29

при любом положении регулятора уставки и температуре окружающего воздуха $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$.

Реле времени РСВ-15-3. Предназначены для передачи с выдержкой времени команд из одной электрической цепи в другие.

Технические данные

Род тока	постоянный
Номинальное напряжение, В.....	24
Коммутируемый ток при постоянной времени 0,035 с, А.....	0,6
Потребляемая мощность, Вт.....	5,5
Выдержка времени, с.....	1—10
Количество контактов:	
— замыкающих	1
— размыкающих	1
Масса, кг.....	0,24
Рабочее положение	произвольное

Устройство и работа. Реле времени РСВ-15-3 (рис. 91) состоит из прямоугольного пластмассового корпуса, четырехугольной колодки с пазами с двух сторон для размещения выводных зажимов, крышки — лицевой панели с регулятором уставок (импульса и паузы) и цифровой шкалы. Присоединение внешних проводов к реле — переднее с помощью винтовых зажимов реле через отверстия в крышке. В процессе эксплуатации реле разборке и ремонту не подлежит.

Принцип действия реле поясняется схемой включения и диаграммой работы в соответствии с рис. 91. В диаграмме работы заштрихованная часть A1/A2 соответствует периоду времени, в течение

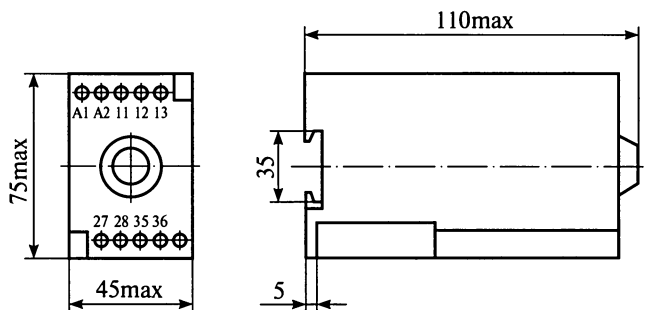


Рис. 91. Реле РСВ-15-3

ние которого на зажимы А1 и А2 подано напряжение, закрашенная часть соответствует замкнутому состоянию, а не закрашенная часть — разомкнутому состоянию контактов. Длительность импульса на диаграмме обозначена t_1 , длительность паузы — t_2 .

Реле РЭП-26. Предназначены для применения в схемах управления подвижного состава рельсового транспорта.

На электровозе 2ЭС5К (ЗЭС5К) применены реле типа РЭП-26-220ПУ2.1-48(50)В; РЭП-26-220ПУ2.1-24В; РЭП-26-400ПУ2.1-48(50) В с винтами. Это реле с катушкой постоянного тока с различным сочетанием контактов.

Технические характеристики

	Катушка на 50 В	Катушка на 24 В
Род тока	постоянный	постоянный
Номинальное напряжение, В	50	24
Номинальный ток контактов (по нагреву) при температуре окружающей среды до 60 °С, А	4	4
Коммутируемый ток переключающих контактов при постоянной времени 0,05 с, А	0,7	1,6
Количество контактов исполнение 220:		
— замыкающих	2	2
— размыкающих	2	2
исполнение 400:		
— замыкающих	4	—
Рабочее положение — на вертикальной плоскости (якорем вверх)		

Устройство и работа. Реле РЭП-26 (рис. 92) 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.

По способу крепления, виду и способу присоединения внешних проводников реле имеет следующие исполнения:

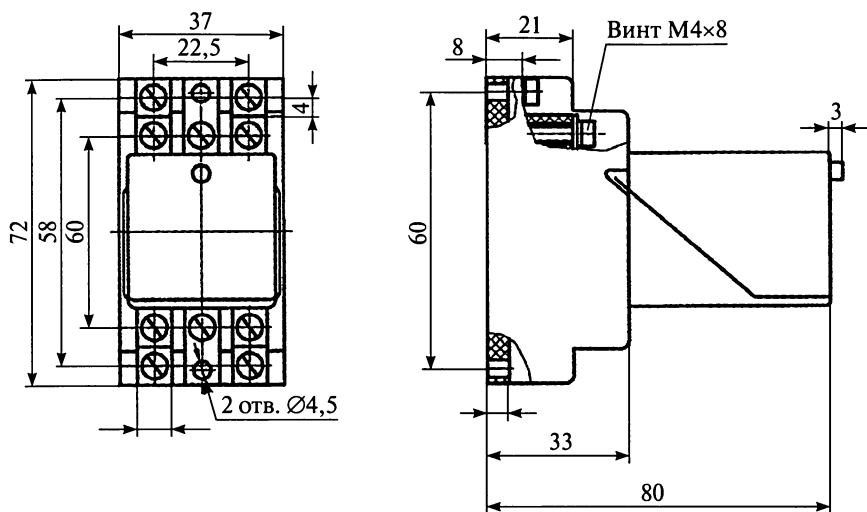


Рис. 92. Реле промежуточное РЭП-26

- крепление при помощи винта с панелями под пайку проводов для заднего присоединения;
- крепление на разъемном 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.

5.8. Панели реле напряжения

Панель реле напряжения ПРН-216. Предназначена для отключения режима рекуперативного торможения в случае протекания через блок балластных резисторов тока, превышающего предельно допустимое значение.

Технические данные

Род токапulsирующий
 Коэффициент пульсации, K_p 1045 %
 Напряжение срабатывания реле KV01 и KV02
 (среднее значение), В 177(+2; -3)

Устройство и работа. Панель ПРН-216 (рис. 93) конструктивно представляет собой изоляционную панель 3, на которой установле-

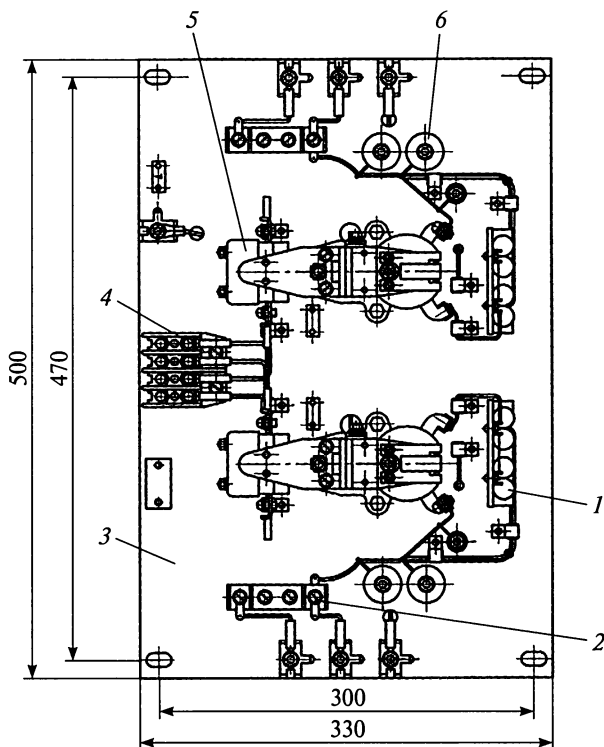


Рис. 93. Панель реле напряжения ПРН-216

ны два реле контроля напряжения 5 типа РНК-35-02, добавочные резисторы 6 типа С5-35В-25-100 Ом и С5-35В-25-220 Ом в цепях катушек реле, столбы выпрямительные 2 типа КЦ201Б, панели 1 конденсаторов К50-29-300Б-47мкФ-В, колодка клеммная 4 для подсоединения проводов.

Основным элементом схемы панели ПРН-216, приведенной на рис. 94, являются реле KV01 и KV02, выводы катушек которых через цепи гасящих резисторов R1, R2, R3 и R4, R5, R6 подсоединяются к высоковольтным выводам панели 1, 2, 3, 4 и 5, 6, которые служат для соединения с цепью блоков балластных резисторов.

Конденсаторы фильтра C1 и C2 выполнены на отдельных панелях и подключены к обоим концам резисторов R2 и R5 соответственно.

При достижении на выводах панели 1 и 3 для реле KV01 или на выводах 4 и 6 для реле KV02 напряжения 177 (+2; -3) постоянного тока реле срабатывает и своими контактами подает сигнал на разбор схемы рекуперативного торможения. Уставка срабатывания регулируется изменением натяжения отключающей пружины реле. После регулировки реле пломбируется.

Панель реле напряжения ПРН-318-01. Предназначена для включения дополнительной батареи конденсаторов в цепи питания вспомогательных машин в момент их запуска.

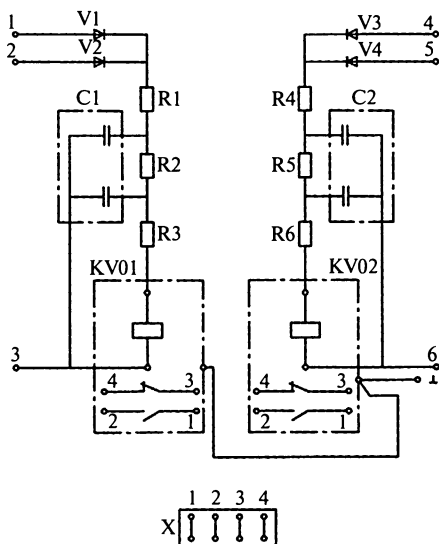


Рис. 94. Схема электрическая принципиальная панели реле напряжения ПРН-216

Технические данные

Род тока переменный
 Номинальное напряжение, В..... 630
 Напряжение срабатывания, В..... 300+50
 Коэффициент возврата, не менее..... 0,25

Устройство и работа. Панель ПРН-318-01 (рис. 95) конструктивно представляет собой изоляционную панель 3, на которой установлены реле контроля напряжения 4 типа РКН-4-05, два резистора 2 типа С5-35В-50-1000 Ом, резистор 1 типа С5-35В-50-510 Ом и два выпрямительных блока 5 и 6 типа Д-001, состоящие из диодов КД-202Р, зашунтированных резисторами МЛТ-1-160 кОм.

Реле РКН-4-05 по конструкции аналогично промежуточному реле, но магнитопровод выполнен без полюсного наконечника.

Основным элементом панели ПРН-318-01 является реле контроля напряжения, выводы катушки которого через блоки диодов подключаются к двум линейным проводам трехфазной системы питания вспомогательных машин. При достижении на выводах панели напряжения (300+50) реле срабатывает и своими контактами осуществ-

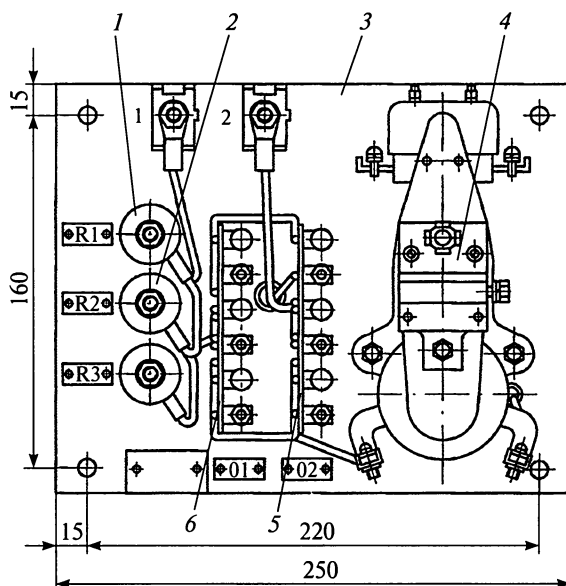


Рис. 95. Панель реле напряжения ПРН -318-01

вляет переключения в цепях вспомогательных машин. Резисторы установлены для ограничения тока в катушке реле. Магнитопровод реле соединяется с корпусом электровоза.

Схема электрическая принципиальная панели ПРН-318-01 выполнена в соответствии с рис. 96.

Панель реле напряжения ПРН-532-01. Предназначена для исключения возможности включения печей калориферов Е1, Е2 контакторами КМ1-КМ4 при неработающих двигателях вентиляторов в случае исчезновения напряжения питания вентиляторов 220 В.

Технические данные

Род.....	переменный
Номинальное напряжение, В.....	220
Напряжение срабатывания, В.....	170 ± 30
Коэффициент возврата, не менее.....	0,25
Количество контактов:	
размыкающих.....	2
замыкающих.....	2

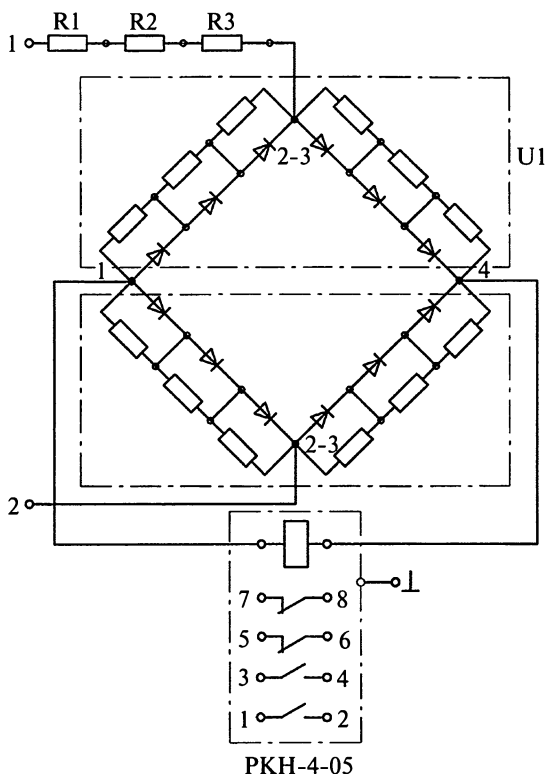


Рис. 96. Схема электрическая принципиальная панели реле напряжения ПРН-318-01

Устройство и работа. Панель ПРН-532-01 (рис. 97) конструктивно представляет собой изоляционную панель 3, на котором установлены реле контроля напряжения 4 типа РКН-4-04, два резистора 1 типа С5-35В-50 240 Ом, резистора 2 типа С5-35В-50 160 Ом, четыре диода 5 типа КД-202Р. Реле РКН-4-04, по конструкции аналогично промежуточному реле, магнитопровод выполнен без полюсного наконечника. Основным элементом схемы панели ПРН-532-01 (рис. 98) является реле контроля напряжения РКН-4-04, выводы катушки которого через диоды соединенные по двухполупериодной схеме выпрямления подключаются к защищаемой цепи. При до-

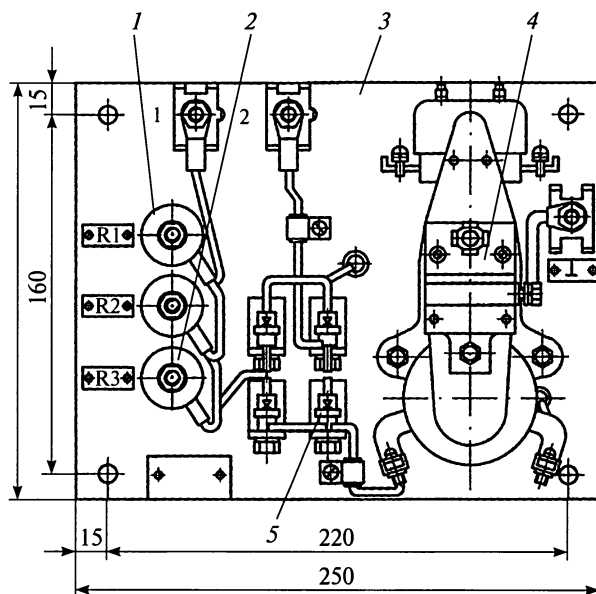


Рис. 97. Панель реле напряжения ПРН-532-01

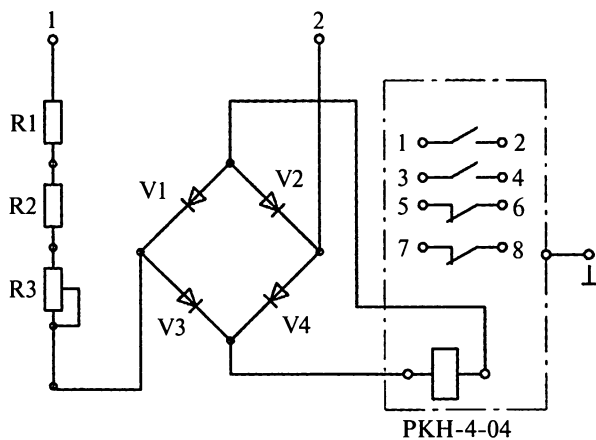


Рис. 98. Схема электрическая принципиальная панели реле напряжения ПРН-532-01

стижении на выводах панели 170 ± 30 В реле срабатывает и своими контактами осуществляет переключения в цепях управления. Резисторы R1, R2, R3 установлены для ограничения тока в катушке реле. Напряжение срабатывания регулируется резистором R3. Магнитопровод реле РКН-4-04 соединяется с корпусом электровоза.

Панель защиты от кругового огня ПЗКО-844. Предназначена для защиты тяговых электродвигателей электровоза от кругового огня по коллектору.

Технические данные

Род тока главной цепи.....	пульсирующий
Коэффициент пульсации, Кп	45 %
Номинальное напряжение изоляции, В	1500
Напряжение срабатывания реле, В	450 ± 50

Устройство и работа. Панель ПЗКО-844 (рис. 99) конструктивно представляет собой изоляционную панель 1, на которой установле-

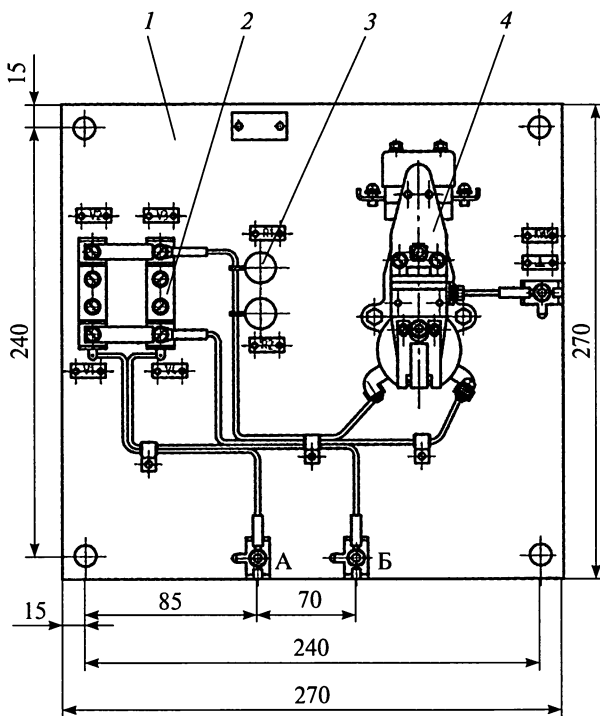


Рис. 99. Панель защиты от кругового огня ПЗКО-844

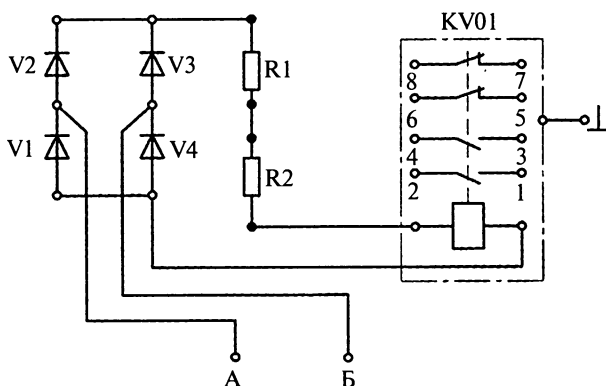


Рис. 100. Схема электрическая принципиальная панели ПЗКО-844

но реле контроля напряжения 4 типа РКН-37, два резистора 3 типа С5-35В-25-2,2кОм и четыре выпрямительных столба 2 типа КЦ-201Б. Реле РКН-37 по конструкции аналогично промежуточному реле, но отличается катушкой, а именно отсутствием полюсного наконечника и имеет указатель срабатывания. Основным элементом схемы (рис. 100) является реле KV01, выводы катушки которого через выпрямительные столбы V1—V4 подключены к высоковольтным выводам А, Б. Выводы А, Б главной цепи должны присоединяться к равнопотенциальным точкам якорей тяговых электродвигателей. Выводы контактов электрической блокировки реле KV01 включаются в цепи управления. При достижении на выводах А—Б панели напряжения 450 ± 50 В реле KV01 срабатывает и своими контактами осуществляет переключения в электрической схеме. Резисторы R1 и R2 ограничивают ток в цепи катушки реле. Магнитопровод реле KV01 имеет вывод для соединения с корпусом электровоза. Реле регулируется на срабатывание изменением усилия отключающей пружины.

5.9. Выключатели

Выключатели серии АЕ-2541-М, АЕ2544М. Используются для отключения при перегрузках и коротких замыканиях низковольтных электрических цепей электровоза, оперативных включений и отключений.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного тока, В	110
Номинальный ток, А	25
Исполнение:	
— по номинальному току расцепителя, А	5; 10; 16; 25
— по уставке тока мгновенного срабатывания (в кратности к номинальному току) 1,3; 2; 3; 5; 10	
Масса, кг	0,4

Устройство и работа. Автоматический выключатель (рис. 101) состоит из следующих основных узлов: механизма управления, контактной системы, дугогасительного устройства, расцепителя максимального тока. Узлы автомата смонтированы в пластмассовом корпусе и сверху закрыты пластмассовой крышкой. Механизм управления построен на принципе свободного расцепления, обеспечивает мгновенное замыкание и размыкание контактов со скоростью, не зависящей от скорости движения рукоятки управления. Отключение автомата при токах перегрузки и токах короткого замыкания происходит автоматически и не зависит от того, удерживается или не удерживается рукоятка во включенном положении.

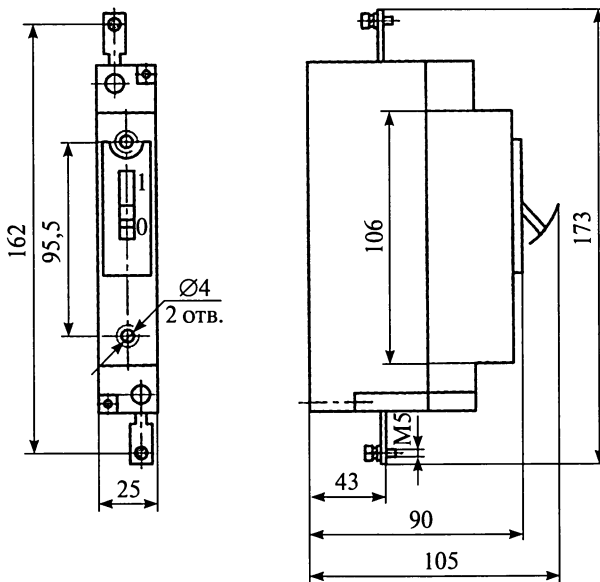


Рис. 101. Выключатель АЕ-2541-М

При автоматическом отключении автомата рукоятка управления занимает среднее положение. Включение выключателя после автоматического отключения производится за два движения рукоятки:

первое — в сторону отключения для взвода (положение 0)

второе — в сторону включения на замыкание контактов (положение 1).

Блок выключателей БВ-108. Предназначен для коммутаций цепей управления электровоза.

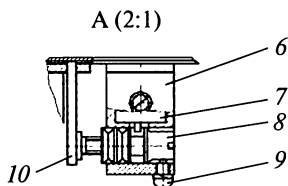
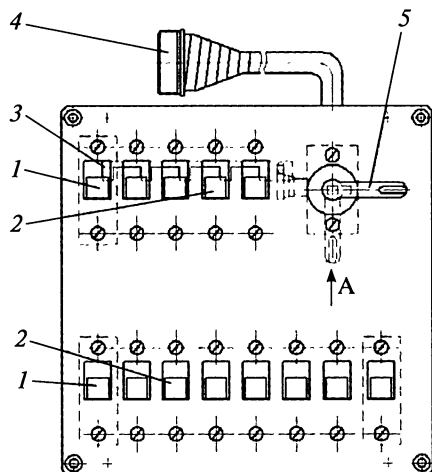
Технические данные

Номинальное напряжение постоянного тока, В..... 50

Номинальный ток, А..... 6

Масса, кг..... 6,8

Устройство и работа. Блок выключателей БВ-108 (рис. 102) состоит из тринадцати выключателей, расположенных в два ряда



и установленных на панели: в верхнем ряду — четыре выключателя 1 типа В-15 и один выключатель 2 типа В-15-01. В нижнем ряду блока установлены семь выключателей 1 типа В-15 и один типа В-15-01. Выключатели верхнего ряда в выключенном положении блокируются посредством пластины 3 и замка. В корпусе 6 замка расположена втулка 7 с поводком, который входит в валик 8. Во втулке 7 имеется отверстие с пазом под ключ 5. Ключ можно вставить и вынуть только в положении, когда выключатели заблокированы, т.е. выступы пластины 3 находятся против рукояток выключателей и препятствуют их включению. Для разблокирования выключателей ключ необходимо вставить в за-

Рис. 102. Блок выключателей БВ-1908

мок и повернуть на 90° по часовой стрелке до упора. При этом втулка своим эксцентрично расположенным выступом перемещает валик 8, который в свою очередь через планку 10 перемещает пластину 3. Выступы этой пластины освобождают рукоятки выключателей, давая возможность их переключить.

Регулирование положения пластины 3 относительно рукояток осуществляется поворотом втулки 7 при снятом стопорном винте 9. После регулировки винт должен быть установлен.

Выводы выключателей сведены на вилку 4 типа СШР.

Выключатель В-15 (В-15-01). Предназначен для коммутации цепей управления электровоза.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного тока, В.....	50
Номинальный ток, А.....	16
Масса, кг.....	0,24

Устройство и работа. Выключатель В-15 (рис. 103) состоит из рукоятки 5, установленной на валике 6, вращающемся совместно с рукояткой, фиксирующего узла, состоящего из шарика 3, пружины 4 и подшипника 2, а также подвижной траверсы 1 с встроенным в нее контактным мостиком 9, и двух неподвижных выводов 10. Все это размещено между двух боковин 7, скрепленных четырьмя винтами. Выключатель имеет два фиксированных положения. В положении, когда рукоятка своим выступом воздействует на подшипник 8, установленный в траверсе, контакты выключателя разомкнуты. При переводе рукоятки во второе фиксированное положение, траверса под действием пружины 11 перемещается во впадину рукоятки, контактный мостик соприкасается с неподвижными выводами, что соот-

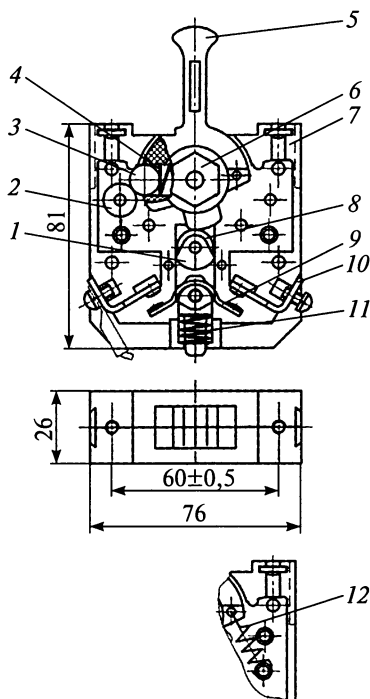


Рис. 103. Выключатель В-15

ветствует включенному состоянию выключателя. Выводы выключателя имеют фиксацию наконечников от поворота.

Конструкция выключателя В-15-01 аналогична конструкции выключателя В-15 и имеет дополнительную пружину 12, возвращающую рукоятку в исходное положение.

Выключатель управления пневматический типа ПВУ-5. Пневматические выключатели управления типа ПВУ-5 предназначены для переключений в электрических цепях в зависимости от величины давления сжатого воздуха в пневмомагистрали, на которой они установлены.

Технические данные

Номинальное напряжение, В.....	50
Ток контактов, А длительный, (по темпу)	16
Коммутируемый, при постоянной времени в цепи, 50 мс номинальный:	
при 50 В.....	9
при 110В	1,4
предельный	
при 62,5В	10,5
при 137В	1,3
Сопrotивление изоляции, МоМ, не ниже	
при проверке на теплостойкость.....	3
при проверке на влагостойкость	0,5
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²)	
не более, кроме ПВУ-5-08	0,675 (6,75)
ПВУ-5-08	1,0 (10)
Ход привода, мм	11—12

Остальные характеристики приведены ниже.

Технические характеристики

Тип ПВУ	Контакты		Уставка, МПа (кгс/см ²)		Масса, кг
	размыкающий	замыкающий	срабатывания	возврата	
ПВУ-5		1	0,45—0,48 (4,5—4,8)	0,27—0,29 (2,7—2,9)	2,5—4
ПВУ-5-03	1		0,13—0,15 (1,3—1,5)	Не менее 0,05 (0,5)	2,4—4
ПВУ-5-05		1	0,11—0,13 (1,1—1,3)	0—0,04 (0—0,4)	2,4—3
ПВУ-5-06		1	0,28—0,32 (2,8—3,2)	0,15—0,18 (1,5—1,8)	2,5

Устройство и работа. Выключатели ПВУ (рис. 104) состоят из пневмопривода, шариковых фиксаторов, механизма переключения и кулачкового контактора.

В корпусе 1 установлен поршень 3 пневмопривода с уплотнительной манжетой 2, поршень нагружен отключающей пружиной 9, размещенной под крышкой 10. Поршень 3 выполнен с радиальной кольцевой канавкой, по центру которой в корпусе установлен нижний шариковый фиксатор, состоящий из шарика 4, толкателя 5, пружины 6 и нажимной гайки 7. Верхний шариковый фиксатор расположен на противоположной стороне корпуса и смещен относительно нижнего на величину хода поршня 3. На крышке 10 размещен кулачковый контактор 13 закрытый кожухом 12 с помощью

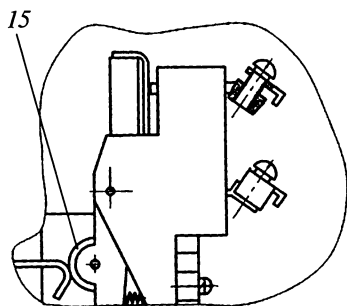
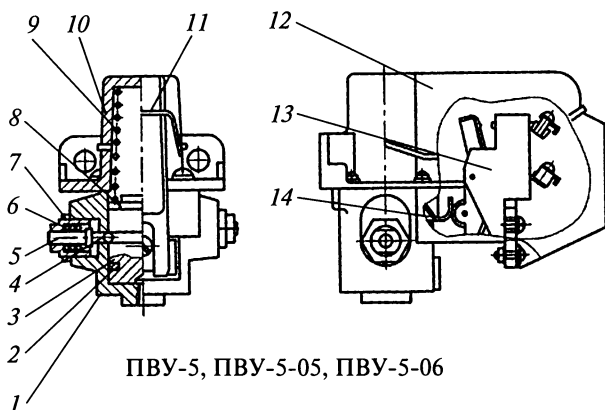


Рис. 104. Выключатель управления пневматический ПВУ-5

державки 11. На поршне 3 под шайбой 8, поджатой пружиной, размещен поводок 14, взаимодействующий с роликом 15 кулачкового контактора.

Выключатель приводится в действие сжатым воздухом, подводимым под поршень 3 в соответствии корпуса 1. При определенном давлении поршень смещается вверх до входа нижнего шарика в канавку. Дальнейшее повышение давления до величины уставки срабатывания, когда усилие сжатого воздуха на поршень превысит противодействующие усилия возвратной пружины и шарикового фиксатора, приводит к срыву поршня с фиксатора. Поршень четко перемещается вверх до упора в крышку 10. При этом поводок 14 взаимодействует с роликом контактора 13, произведет переключение его контакта.

При снижении давления сжатого воздуха под действием возвратной пружины 9 поршень вначале сместится вниз до входа шарика верхнего фиксатора в канавку поршня, а на уставке возврата произойдет срыв поршня с шарика и его возврат в исходное положение. Перемещение поводка 14 вниз обеспечит начальное положение контактов контактора 13. Поворот поводка (вверх или вниз отгибом) при сборе обеспечивает получение размыкающего или замыкающего положений контакта контактора.

Регулирование уставок выключателей осуществляется изменением затяжки пружин фиксатора вращением нажимной гайки 7. Выбранное положение фиксируется затяжкой контргайки. При этом уставка срабатывания регулируется нижним фиксатором, а уставка возврата — верхним.

Выключатель В-007. Выключатель предназначен для коммутации цепей управления электровоза.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного тока, В.....	110
Номинальный ток, А.....	16
Масса, кг.....	0,422

Устройство и работа. Выключатель В-007 (рис. 105) состоит из выключателя В-6, закрепленного на панели 1 винтами 2. Выключатель В-6 в свою очередь состоит из кулачкового контактора 10 типа КЭ-153 и привода, и имеет два фиксированных положения. Привод состоит из двух боковин 3, скрепленных винтами, рукоятки 5, установленной на валике 4, вращающемся совместно с рукояткой,

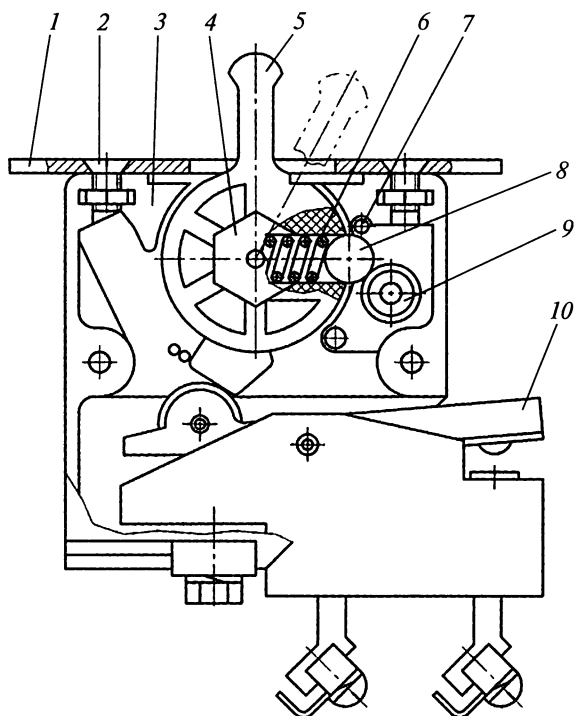


Рис. 105. Выключатель В-007

и фиксирующего узла. Фиксирующий узел состоит из шарика 8, пружины 6, упора 7 и шарикового подшипника 9.

5.10. Разъединители и переключатели типа ПН

Разъединитель Р-213-1. Предназначен для отключения поврежденного токоприемника или неисправной секции. Аппарат рассчитан на отключение только обесточенной цепи.

Технические данные

Род тока	переменный
Номинальное напряжение, кВ.....	25
Номинальный ток при стоянке электровоза, А.....	530
Номинальный ток при скорости движения электровоза не менее 20 км/ч	1100
Масса, кг.....	72

Устройство и работа. Разъединитель Р-213-1 (рис. 106) представляет собой разъединитель ножевого типа, состоящий из контактной системы, смонтированной на опорных изоляторах 2, ручного привода и основания 1. Контактная система состоит из подвижного ножа 3 и неподвижного контакта 5. Подвижный нож с опорным изолятором жестко закреплен на валу 8, на конце которого закреплена рукоятка 7. Контактное нажатие создается пружинами 4. Фиксация подвижного ножа осуществляется западанием ролика 9 подвижного рычага в паз сектора 10 под воздействием пружины 11. Разъединитель имеет два положения «Включен» и «Выключен». Включение и выключение разъединителя производится рукояткой 7 из кузова электровоза. Основание разъединителя заземлено с помощью шины 6.

Разъединитель РВД-58 предназначен для отключения тяговых двигателей, **разъединитель Р-49-03** предназначен для включения тяговых двигателей в цепь розеток питания от источника депо.

Разъединитель Р-15 предназначен для отключения выпрямительной установки возбуждения двигателей, **разъединитель Р-25** предназначен для подключения компрессора отключенной секции к тяговому трансформатору исправной секции.

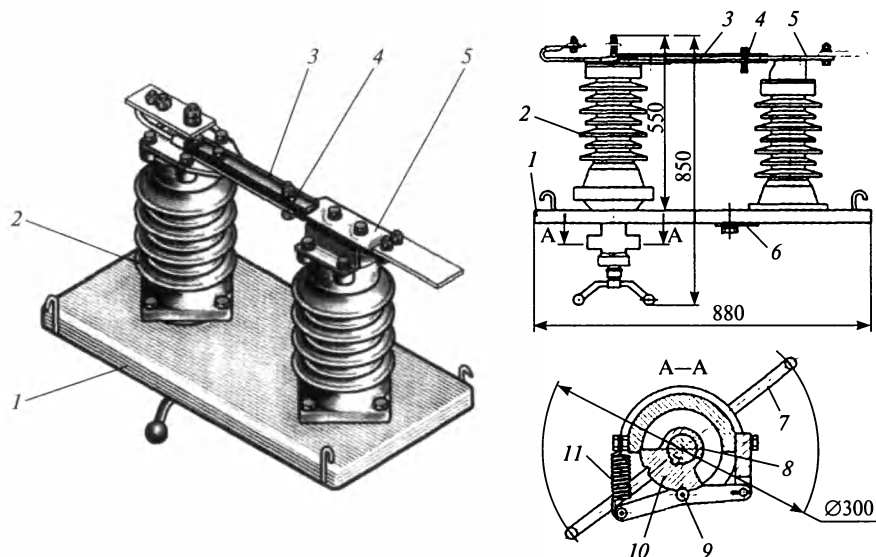


Рис. 106. Разъединитель Р-213-1

Переключатель ПН-18 предназначен для подключения питания вспомогательных машин и устройств от обмотки собственных нужд силового трансформатора или от сети депо.

Разъединитель Р-25-01 предназначен для разрыва питания вспомогательных машин от другой секции электровоза.

Переключатель ПН-22 предназначен для переключения питания потребителей собственных нужд от ОСН тягового трансформатора на депоовский источник.

Разъединители и переключатели рассчитаны на отключение обесточенных цепей.

Технические характеристики

Параметры	РВД-58	Р-49-03	Р-15	Р25, Р-25-01	ПН-18, ПН-22
Главная цепь					
Род тока	Постоянный, переменный		Пульсирующий	Переменный	
Номинальное напряжение, В	1800	3000	550	410	450
Номинальный ток, А	780	1200	750	200	630
Вспомогательная цепь					
Род тока	Постоянный, пульсирующий				
Номинальное напряжение, В	50				
Номинальный ток, А	5	16	10	16	10
Количество контактов					
— замыкающих	2	—	—	1/3*	3/4**
— размыкающих	2	2	2	2/—*	1/—**
Масса, кг	2,2	5,93	6,5	6,5	12

*В числителе — для Р-25; в знаменателе — для Р-25-01.

**В числителе — для ПН-18; в знаменателе для ПН-22.

Устройство и работа. Разъединители РВД-58, Р-49-03, Р-15, Р-25, Р-25-01 (рис. 107—110) и переключатели ПН-18, ПН-22 (рис. 111) являются аппаратами ножевого типа. Конструкция разъединителей и переключателей однотипна.

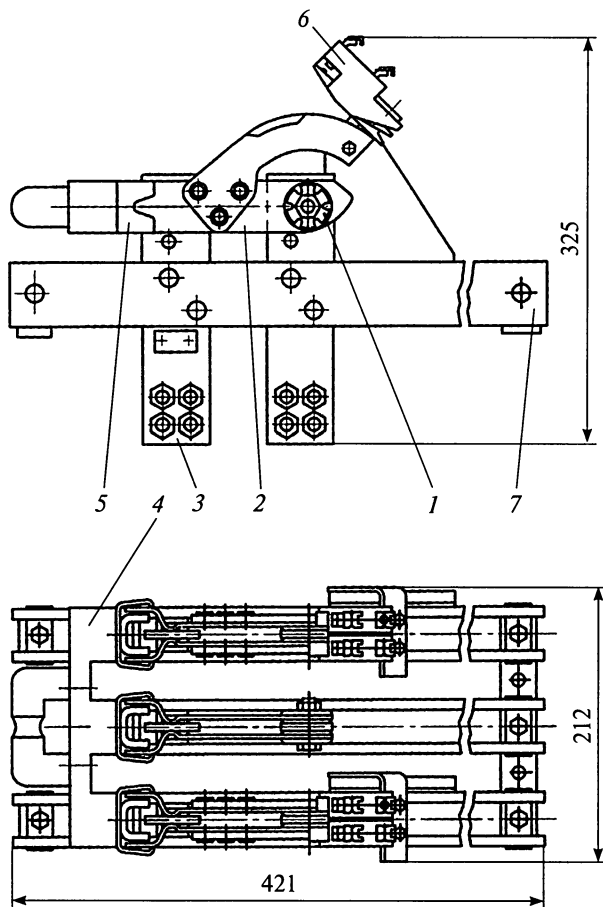


Рис. 107. Разъединитель вентильного двигателя РВД-58:

1 — шайба пружинная; 2 — нож контактный; 3 — пластина контактная; 4 — рукоятка; 5 — пружина пластинчатая; 6 — контакты вспомогательные; 7 — стойка

Ножевой элемент разъединителей или переключателей состоит из двух подвижных пластин, выполняющих функцию контактного ножа 2, неподвижных контактных пластин 3 и монтажного основания. Нижняя неподвижная пластина (для разъединителя) или средняя (для переключателя) является шарнирной опорой для ножа. Во включенном положении ножа его подвижные пластины охватыва-

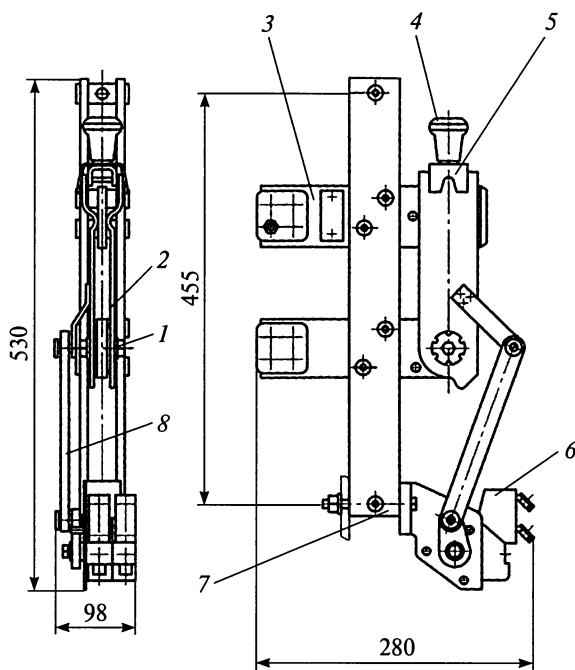


Рис. 108. Разъединитель Р-49-03:

1 — шайба пружинная; 2 — нож контактный; 3 — пластина контактная; 4 — рукоятка; 5 — пружина пластинчатая; 6 — контакты вспомогательные; 7 — стойка; 8 — устройство рычажное

ют неподвижные. Контактное нажатие осуществляется пружинной шайбой 1 и пластинчатой пружиной 5.

Монтажным основанием для ножевых элементов разъединителей РВД-58, Р-49-03, Р-25, Р-25-01 являются стойки 7, для Р-15, ПН-18, ПН-22 — панель 7. Для переключения служит рукоятка 4. В качестве узла вспомогательных контактов 6 (см. рис. 109) в разъединителе Р-15 применена блокировка с контактами мостикового типа, переключение которого осуществляется тягами. На разъединителях РВД-58, Р-49-03, Р-25 и Р-25-01 (см. рис. 110) в качестве блокировок 6 применены кулачковые контакторы. Переключение вспомогательных контактов аппаратов Р-15, ПН-18, ПН-2 производится с помощью рычажного устройства 8, РВД-58, Р-49-03, Р-25 и Р-25-01 — изоляционного сектора, укрепленного на ноже.

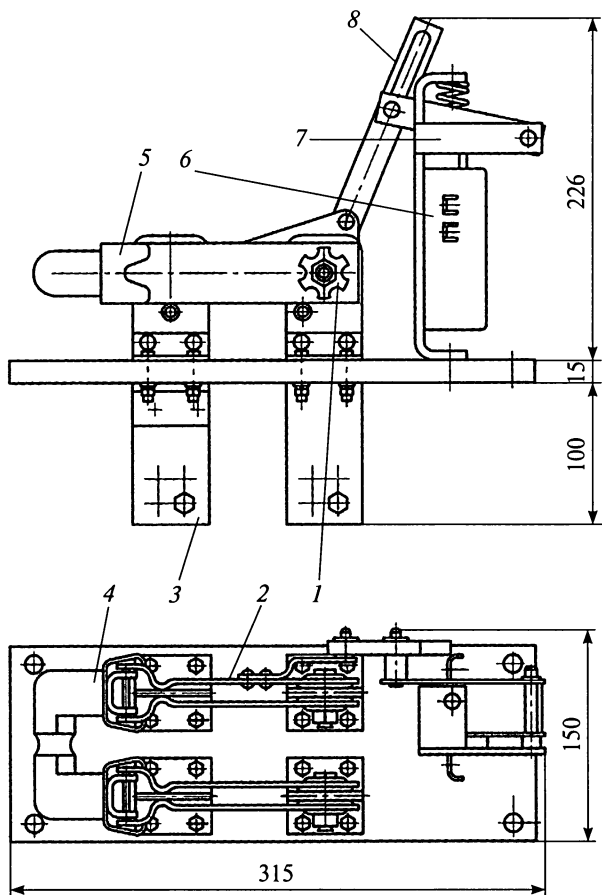


Рис. 109. Разъединитель Р-15:

1 — шайба пружинная; 2 — нож контактный; 3 — пластина контактная; 4 — рукоятка; 5 — пружина пластинчатая; 6 — контакты вспомогательные; 7 — панель; 8 — устройство рычажное

Переключение аппаратов осуществляется вручную отключающей штангой.

Разъединители Р-48 и Р-88. Разъединитель Р-48 предназначен для отключения цепей питания тяговых двигателей, а разъединитель Р-88 — для включения трансформатора питания обогревателей. Технические характеристики приведены ниже.

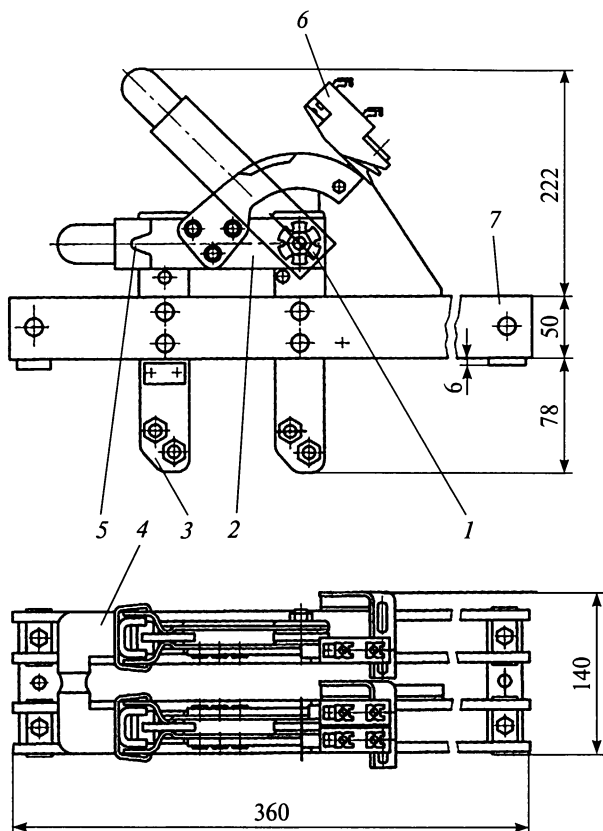


Рис. 110. Разъединители Р-25, Р-25-01:

1 — шайба пружинная; 2 — нож контактный; 3 — пластина контактная; 4 — рукоятка; 5 — пружина пластинчатая; 6 — контакты вспомогательные; 7 — стойка

Технические данные

Параметры	Р-48	Р-88
Род тока	постоянный	переменный
Номинальный ток, А	1500	380
Номинальное напряжение, В	100	100
Масса, кг	0,55	0,34

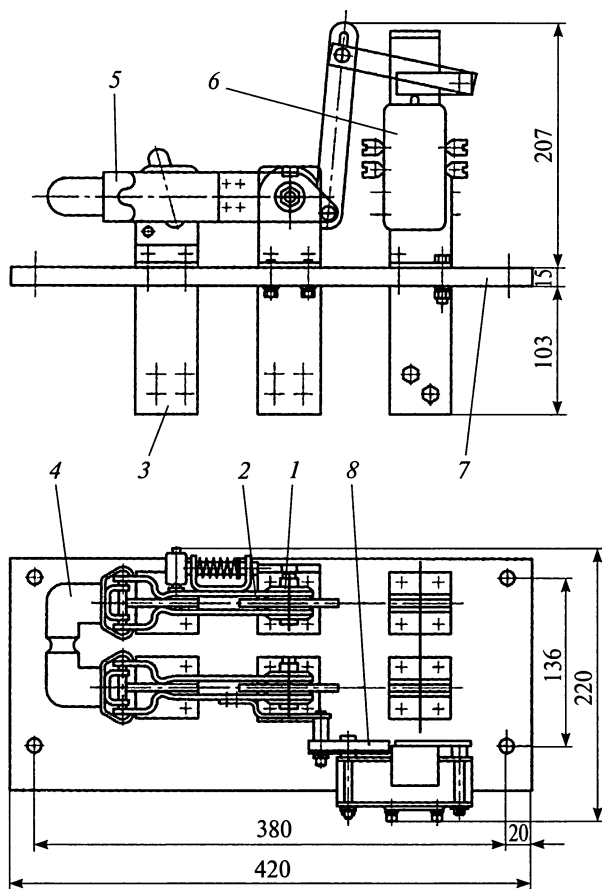


Рис. 111. Переключатели ПН-18, ПН-22:

1 — шайба пружинная; 2 — нож контактный; 3 — пластина контактная; 4 — рукоятка; 5 — пружина пластинчатая; 6 — контакты вспомогательные; 7 — панель; 8 — устройство рычажное

Устройство и работа. Разъединители Р-48 и Р-88 (рис. 112, 113) являются аппаратами ножевого типа, состоят из контактных стоек (выводов) 3, ножа 1, рукоятки 2, пружинных шайб 5, пластинчатых пружин 4 и панели 6. Стойки 3 снабжены двумя контактными пластинами. Нижняя стойка является шарнирной опорой ножа 1. Во включенном положении нож 1 охватывается двумя контактными

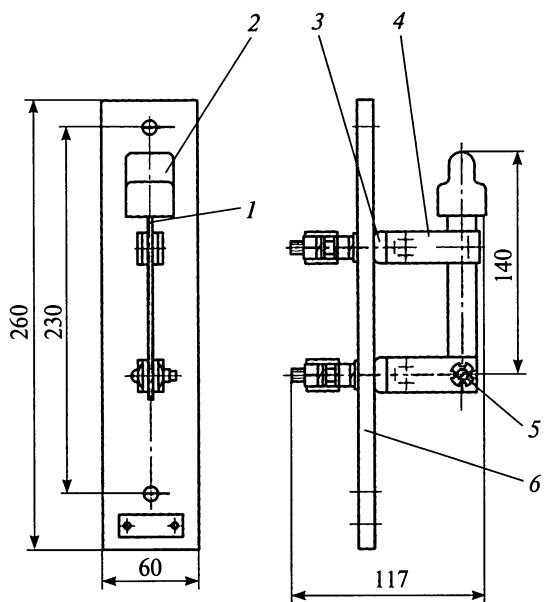


Рис. 112. Разъединитель Р-48

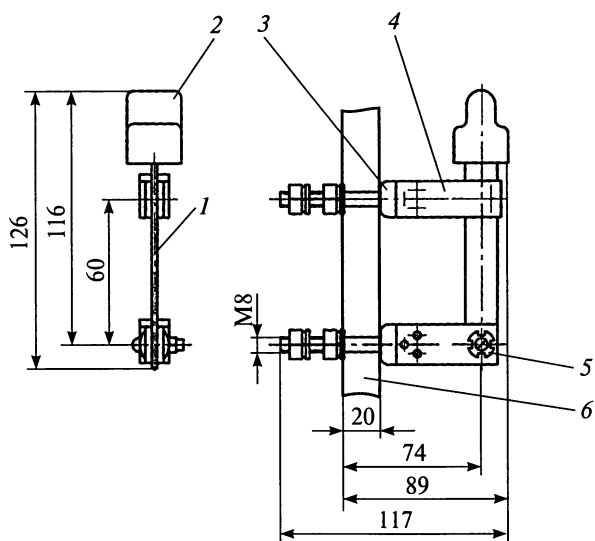


Рис. 113. Разъединитель Р-88

пластинами стойки 3. В шарнирном контакте нажатие осуществляется пружинными шайбами 5, в размыкаемом контакте — пластинчатыми пружинами 4. Включение — отключение аппаратов производится рукояткой 2 с помощью отключающей штанги.

Разъединитель Р-45. Предназначен для отключения неисправного тягового преобразователя.

Технические данные

Главная цепь

Род тока	постоянный, переменный
Номинальное напряжение, В.....	1500
Номинальный ток, А	
постоянный	2200
переменный	2000
Номинальное напряжение, В.....	50
Номинальный ток, А	10
Количество контактов:	
замыкающих	1
размыкающих	3
Масса, кг	37

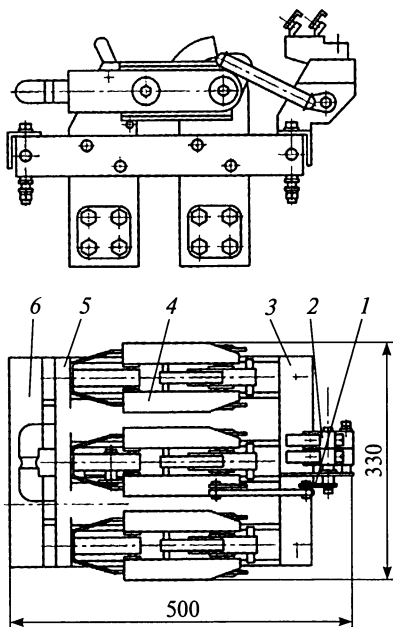


Рис. 114. Разъединитель Р-45

Устройство и работа. Разъединитель Р-45 (рис. 114) состоит из отдельных ножевых элементов 4, установленных на угольниках 3 и соединенных между собой планкой 5. На планке 5 установлена рукоятка 6 для отключения и включения разъединителя. На нижнем угольнике 3 установлен узел вспомогательных контактов 2, соединенных рычажным устройством 1 с ножевым элементом 4.

Ножевой элемент разъединителя (рис. 115) состоит из двух пластин 4, выполняющих функцию контактного ножа, выводных пластин 1 и 2 и изоляционных стоек 3. Нижняя выводная пластина 1 является шарнирной опорой контактного ножа. Выводные пласти-

ны 1 и 2 и пластины 4 имеют контактные накладки из композиции серебро-графит.

Во включенном положении разъединителя пластины 4 охватывают выводную пластину 2, образуя через контактные накладки размыкающий контакт. Контактное нажатие создается пружинами 7. Каждый ножевой элемент снабжен устройством, уменьшающим усилие включения — отключения и износ контактных накладок. Указанное устройство состоит из двух роликов (подшипников) 6, установленных на подвижных пластинах контактного ножа, и профильной планки 5, закрепленной на выводной пластине 1.

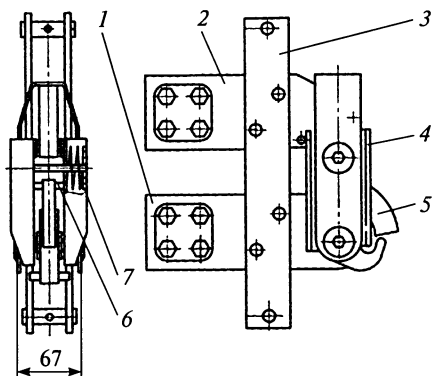


Рис. 115. Ножевой элемент разъединителя Р-45

Узел вспомогательных контактов состоит из кулачковых контактов, корпусов с кулачковыми шайбами, приводного валика и рычажного устройства. Для отключения разъединителя подпружиненная скоба выводится из зацепления. При отключении разъединителя ролики 6 (см. рис. 114) выкатываясь на профиль планки 5, раздвигают подвижные пластины контактного ножа, снимая нажатие контактов.

При включении разъединителя ролики 6, скатываясь с профильной планки, освобождают пластины контактного ножа для замыкания контактов. При отключении или выключении разъединителя вращение ножа через рычажное устройство 1 (см. рис. 114) передается на валик узла вспомогательных контактов. Переключение разъединителя осуществляется вручную и допускается только при полном отсутствии напряжения на токоведущих частях.

Переключатель блокировочный БП-207-02. Переключатель предназначен для переключения в электрических цепях управления электроваза.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного (пульсирующего) тока, В 5	
Номинальный ток, А	16
Масса, кг	16,5

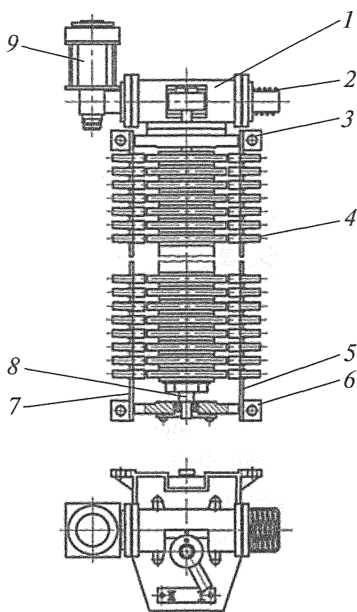


Рис. 116. Переключатель блокировочный БП-207-02

Устройство и работа. Две рамы 3 и 6 (рис. 116) скреплены рейками 5 и 7. Между рамами в подшипниках установлен вал 8, а на рейках закреплены кулачковые контакторы 4 типа КЭ-153. На передней раме 3 установлен пневматический привод 1. Кулачковый вал соединен со штоком привода при помощи зубчатого зацепления. Переключение из положения I (Отключено) в положение II (Включено) производится при подаче напряжения на вентиль 9 привода 1, а возврат в положении I (Отключено) производится под действием пружины 2 при снятии напряжения с вентиля привода.

Переключатель блокировочный ПБ-179. Предназначен для переключения в электрических цепях управления электровоза.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного (пульсирующего) тока, В.....	50
Номинальный ток, А.....	16
Коммутируемый ток при индуктивной нагрузке с постоянной времени 0,05с, А.....	9
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа (кг/см ²)	0,5(5,0)
Масса, кг.....	14,3

Устройство и работа. Две рамы 2 и 5 (рис. 117) скреплены рейками 4 и 7. Между рамами в подшипниках установлен вал 6, а на рейках 4 закреплены кулачковые контакторы 3 типа КЭ-153. На передней раме 2 установлен пневматический привод 1. Кулачковый вал соединен со штоком привода при помощи зубчатого зацепления. Переключение из положения «Тяга» в положение «Торможение» и наоборот производится при подаче напряжения на соответствующий вентиль 8 привода 1.

Переключатель ПК-16-11. Предназначен для установки в качестве коммутационного аппарата в электрических цепях переменного и постоянного тока.

Технические данные

Номинальный ток, А 16
 Номинальное напряжение, В:
 переменного тока
 частоты 50 (60) Гц 380
 постоянного тока 220
 Масса, кг 0,24

Устройство и работа. Переключатель ПК16-11 (рис. 118) представляет собой кулачковый переключатель, состоящий из двух коммутирующих пакетов, механизма фиксации, рукоятки, металлической панели. Механизм фиксации состоит из пластмассового корпуса, звездочки, шариков и пружин.

Коммутирующий пакет состоит из пластмассового корпуса, кулач-

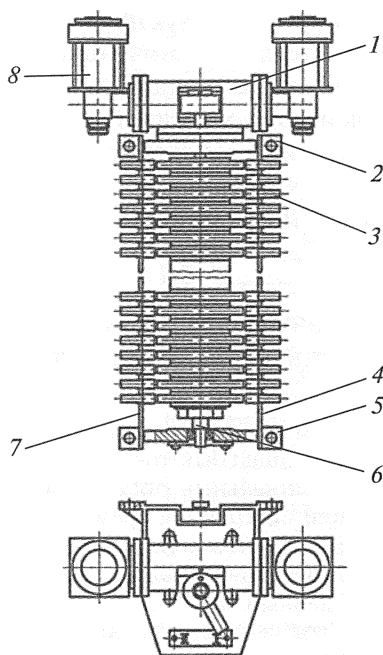


Рис. 117. Переключатель блокировочный ПБ-179

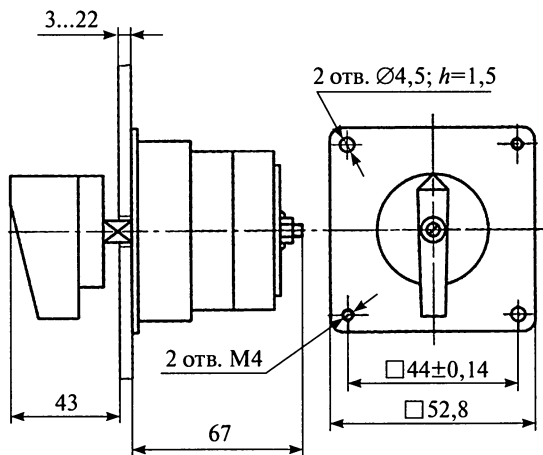


Рис. 118. Переключатель ПК-16-11

ка, пружины, двух неподвижных контактов, контактного мостика и толкателя. Механизм фиксации и коммутирующие пакеты посажены на общий металлический вал квадратного сечения и приводится в действие рукояткой, также установленной на валу. При повороте рукоятки происходит переключение контактов. Панель служит для крепления переключателя и одновременно служит указателем положений рукоятки.

5.11. Контроллер машиниста КМ-34

Контроллер машиниста КМ-34 предназначен для управления электровозом во всех рабочих режимах.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного тока, В.....	50
Номинальный ток, А	16
Номинальный отключаемый ток при постоянной времени цепи 0,05 с, А	5
Количество контактов:	
Реверсивный вал	4
Главный вал.....	5
Усилие переключения рукояток, Н (кгс).....	25(2,5)
Масса, кг.....	10,6

Устройство и работа. Контроллер машиниста (рис. 119) состоит из двух переключателей кулачкового типа: реверсивного 3 и главного 1, датчика скорости 9.

Реверсивный переключатель служит для изменения направления движения электровоза и имеет следующие позиции: В — вперед; 0 — нулевое положение; Н — назад.

Главный переключатель служит для управления электровозом в режимах тяги и торможения и имеет следующие позиции:

Режим «Тяга»	Тяга — зона задания силы тяги
	П — подготовка схемы
	0 — нулевое положение
Режим «Рекуперация»	П — подготовка схемы
	Рекуперация — зона задания силы торможения

Датчик скорости служит для задания скорости движения электровоза. На верхней раме 6 расположены рукоятки реверсивного переключателя 7, главного переключателя 8, датчика скорости 9. Фиксация валов на позициях осуществляется при помощи фигур-

ных дисков и рычагов с пружинами. Рукоятка реверсивного переключателя съемная в положении «0».

Механизм контроллера собран между тремя рамами 2, 5, 10, скрепленных рейкой 4, и закреплен на верхней раме 6. Кулачковые контакторы 11 закреплены на двух рейках против соответствующих кулачковых шайб. Главная рукоятка связана с кулачковым валом через привод с зубчатым зацеплением.

Привод главного вала (рис. 120) состоит из рукоятки 1, закрепленной на зубчатом колесе 3, корпуса 5 и оси 4. Зубчатое колесо 3 входит в зацепление с шестерней 7, установленной на главном валу. Регулировка бокового зазора в зацеплении производится поворотом оси 4, которая фиксируется винтом 2 и шейки которой расположены эксцентрично относительно оси вращения зубчатого колеса. При повороте оси 4 зубчатое колесо приближается к шестерни или удаляется от нее.

Зазор контактов кулачковых контакторов регулируется установкой прокладок 6.

Кулачковые валы реверсивного и главного переключателя (рис. 121) имеют механизм блокирования, который обеспечивает:

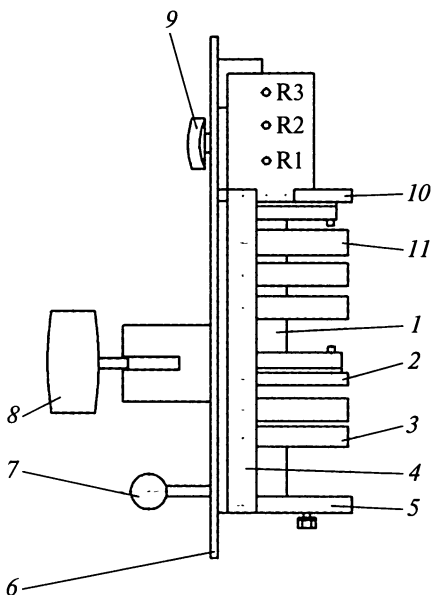


Рис. 119. Контроллер машиниста КМ-34

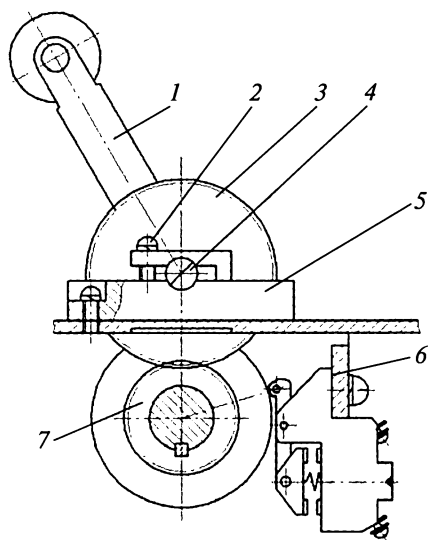


Рис. 120. Привод главного вала

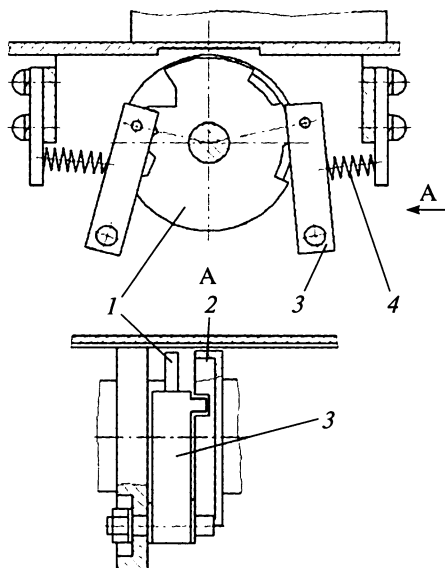


Рис. 121. Механизм блокирования:
1 — диск; 2 — диск; 3 — рычаг;
4 — пружина

— невозможность установки главного вала в рабочее положение при положении «0» реверсивного вала;

— невозможность установки реверсивного вала в положение «0» при рабочем положении главного вала.

Такое блокирование осуществляется при помощи дисков 1 и 2 рычага 3. Диск 1 установлен на реверсивном валу, а диск 2 — на главном. Диск 2 выполнен в виде чашечки. На диске 1 имеется выступ и впадины, а на диске 2 — паз, в который входит выступ рычага 3 и блокирует главный вал. При повороте реверсивного вала в положение «Вперед» или «Назад» ролик рычага 3 под

действием пружины перемещается во впадину диска 1, а выступ рычага 3 выходит из паза диска 2 и освобождает главный вал. При попытке перевести реверсивный вал в положение «0» при рабочем положении главного вала рычаг 3 своим выступом упирается во внутреннюю поверхность чашечки и не позволяет произвести переключение реверсивного вала.

Устройство регулирования выходного напряжения главного вала (рис. 122) состоит в следующем: на конце главного вала установлен рычаг 1 клеммного типа, закрепленный винтом 5. При ослаблении винта 5 рычаг 1 может поворачиваться вокруг оси главного вала. На рычаге 1 имеется штифт 4, который входит в паз рычага 2, установленного на оси переменного резистора 3. При повороте рычага 1 поворачивается и ось резистора, изменяя величину сопротивления. После регулирования винт 5 затянуть.

Устройство регулирования выходного напряжения датчика скорости (рис. 123) состоит в следующем: переменный резистор 1 закреплен на стойке 4 при помощи фигурной шайбы 3 и двух вин-

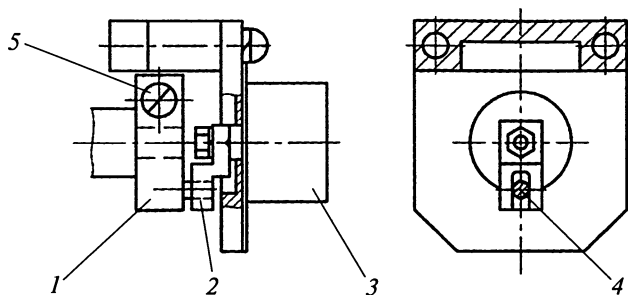


Рис. 122. Соединение главного вала с датчиком

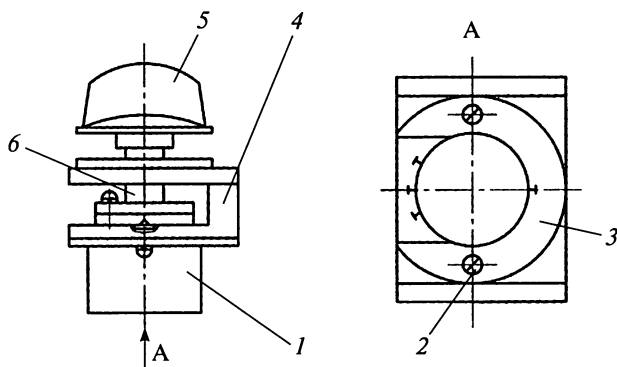


Рис. 123. Датчик скорости

тов 2. На оси 6 резистора закреплена рукоятка 5. При ослабленных винтах 2 поворотом корпуса резистора 1 при неподвижной рукоятке изменяется величина сопротивления. После регулирования винты 2 затянуть.

Диаграмма коммутационных положений представлена на рис. 124.

Устройство кулачкового контактора (рис. 125) состоит в следующем.

В изоляторе 1 установлены два вывода 2 и 5 с напайками из серебра. В отверстиях изолятора на оси 8 установлен рычаг 9 с мостиковым контактом 6. Пружина 3, закрепленная одним зацепом на мостике, а другим зацепом на оси 4, установленной в цилиндрическом пазу изолятора, создает контактное нажатие. Мостик


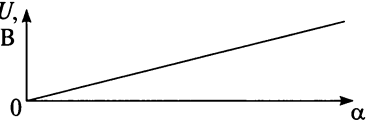
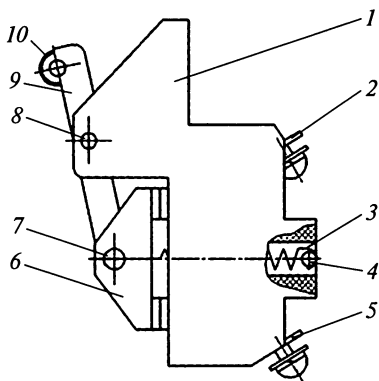
Реверсивный вал	Обозначения контактов	Положение вала				
		Вперед	0	Назад		
	1—2	●				
	3—4			●		
	5—6	●		●		
7—8						
Главный вал		Положение вала				
		Тяга	П	0	П	Рекуперация
	9—10	—————				
	11—12				—————	—————
	13—14	—————			—————	—————
	15—16		—————			
	17—18				—————	—————
	19—20	—————			—————	—————
	R4					
Датчик «Скорость»	R5					

Рис. 124. Диаграмма коммутационных положений



имеет возможность поворачиваться вокруг оси 7. Размыкание контактов производится кулачковой шайбой, воздействующей на ролик 10 рычага 9. Крепление кулачкового контактора к рейке производится винтом М5.

Рис. 125. Кулачковый контактор КЭ-33

5.12. Вентили

Вентиль защиты ВЗ-6. Предназначен для обеспечения безопасности обслуживания электровоза персоналом.

Технические данные

Номинальное напряжение питания вентиля, В.....	50
Номинальный ток, А.....	0,130
Минимальный ток срабатывания, А.....	0,07
Номинальное сопротивление при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, Ом.....	286
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²).....	0,5(5)
Рабочее давление, МПа (кгс/см ²).....	0,35—0,675 (3,5—6,75)
Масса, кг.....	3,9

Устройство и работа. Вентиль защиты ВЗ-6 (рис. 126) состоит из двух электромагнитных вентилях ЭВ-5-19. На кронштейне 5 раз-

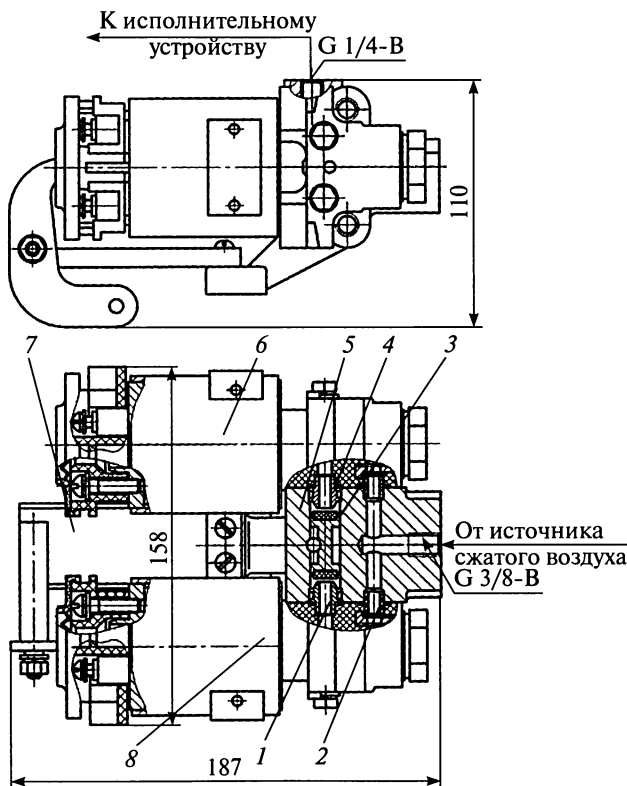


Рис. 126. Вентиль защиты ВЗ-6

мешены вентиль 8 и вентиль 6, а также рычаг 7 ручного включения вентиля 8. Кронштейн 5 имеет два канала — нижний, который сообщен с впускным патрубком и камерами впускных клапанов вентиля 8 и 6, и верхний, размещенный соосно с выпускными каналами обоих вентиля и сообщенным патрубком кронштейна. Между вентилями и кронштейном в нижнем канале размещены полиэтиленовые втулки 2, а в верхнем — латунные втулки 1 и 4. Все они уплотнены резиновыми кольцами. Между торцами втулок 1 и 4 с возможностью осевого перемещения установлен переключательный клапан 3, на торцах которого завальцованы резиновые шайбы. Конструкция вентиля защиты обеспечивает сообщение источника сжатого воздуха с выпускным патрубком при любом сочетании включения вентиля:

- наличии напряжения в цепи управления возбужден вентиль 8;
- наличии питания на стороне вентиля 6;
- наличии питания на обоих вентилях.

При возбуждении катушки вентиля 8 сжатый воздух от источника по впускному патрубку и через клапанную систему вентиля поступит в верхний канал кронштейна 5. Воздействуя на переключательный клапан 3 сжатый воздух сместит его вправо до упора резиновым кольцом во втулке 4. Это исключит выход сжатого воздуха через открытую клапанную систему вентиля 6. По каналам кронштейна сжатый воздух поступит к выпускному патрубку.

Если при этом будет возбуждена катушка и правого вентиля (подача питания на стороне высокого напряжения), то сжатый воздух от источника поступит через клапанную систему вентиля 6 к переключательному клапану с другой стороны. При этом положение переключательного клапана или не изменится, или же переключательный клапан займет неопределенное положение в пространстве между втулками 4 и 1.

В случае снятия с электромагнитного вентиля 8 и наличии при этом напряжения на катушке вентиля 6 через клапанную систему вентиля 8 верхний канал кронштейна 5 окажется сообщенным с атмосферой. Переключательный клапан под действием сжатого воздуха со стороны вентиля 6 сместится влево до упора во втулку 1, обеспечив таким образом подачу сжатого воздуха от источника к выпускному патрубку. При снятии напряжения с обоих вентиля 6 и 8, вентиль защиты выключается.

Вентиль электромагнитный включающий типа ЭВ-5. Вентили электромагнитные включающие ЭВ-5, ЭВ-5-04, ЭВ-5-17, ЭВ-5-18, ЭВ-5-19 предназначены для дистанционного управления работой пневматических приводов и других устройств, использующих сжатый воздух. Технические данные вентилях типа ЭВ-5 приведены ниже.

Технические характеристики

Параметры	Значение параметров для исполнения		
	ЭВ-5	ЭВ-5-17	ЭВ-5-04, ЭВ-5-18, ЭВ-5-19
Номинальное напряжение, В	50		50
Номинальный ток, А	0,21		0,13
Ток срабатывания, А	0,15		0,092
Номинальное сопротивление катушки при 20 °С, Ом	173		286
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²)	0,9(9,0)		0,5(5,0)
Рабочий интервал давлений сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²)	0,35—1,0 (3,5—10,0)		0,35—0,675 (3,5—6,75)
Пропускное сечение клапанной системы, мм ²	15		15
Масса, кг	1,29	1,28	1,3

Устройство и работа. Вентили типа ЭВ-5 (рис. 127) состоят из двух основных узлов: электромагнита и распределительной клапанной коробки.

Электромагнит состоит из катушки 12, залитой эпоксидным компаундом в стальной обойме, являющейся частью магнитопровода, фланца 14, сердечника 10 и якоря 13. К фланцу 14 крепится изолятор 17, в котором размещены два вывода 19 катушки 12. На изолятор установлена полиэтиленовая крышка 18, через центральную тонкую переемычку которой можно вручную привести в действие вентиль, нажав на гайку 16. Якорь 13 в воротничковом соединении фланца 14 фиксируется от радиальных смещений рядом шариком 15, расположенных в пазу якоря. Якорь устанавливается по резьбе на штоке 1 и фиксируется от отворачивания гайкой 16.

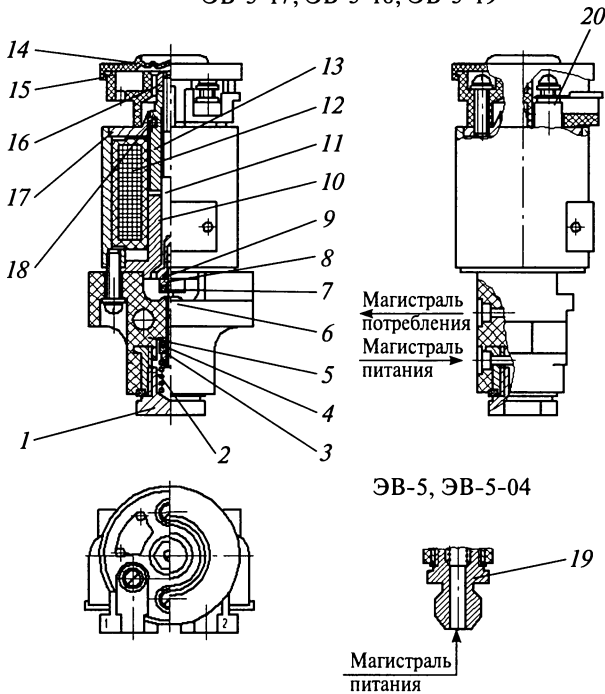


Рис. 127. Вентили электромагнитные включающие ЭВ-5

Распределительная клапанная коробка состоит из корпуса 5, имеющего уплотнительные бурты по месту размещения впускного 3 и выпускного 8 клапанов, закрепленных на шпильке 6 в центральном отверстии корпуса. На клапанах 3 и 8 завальцовкой закреплены резиновые шайбы 4 и 7, шток 11 жестко связан со шпилькой 6 резьбовым соединением, уплотненным резиновым кольцом 9. Впускной клапан 3 подрессорен пружиной 2, которая упирается на штуцер 20 или пробку 1. Штуцер 20 в вентильях ЭВ-8-5 и ЭВ-5-04 обеспечивает подачу сжатого воздуха снизу, а при установке пробки 1 в вентильях ЭВ-5-17, ЭВ-5-18, ЭВ-5-19 сжатый воздух подводится через боковое отверстие в корпусе 5.

В исходном состоянии под действием пружины 2, преодолевающей вес подвижных деталей, впускной клапан 3 перекрывает подачу

сжатого воздуха из нижней камеры корпуса 5 к потребителю. При подаче напряжения на катушку 12 якорь 13 с закрепленными на нем деталями перемещается вниз до упора клапаном 8 в верхний бурт корпуса 5. Впускной клапан 3 при этом открывается, выпускной клапан 8 перекрывается и сжатый воздух поступает в магистраль потребителя. Различие типоразмеров вентиляей состоит в разном выполнении корпуса распределительной коробки и различном подводе сжатого воздуха во впускную камеры (см. рис. 127).

5.13. Блокировки

Пневматическая блокировка ПБ-3. Предназначена для блокирования открытия штор высоковольтной камеры при поднятом токоприемнике.

Технические характеристики

Номинальное давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²)0,5(5)
Допустимые пределы изменения, МПа (кгс/см ²) 0,35—0,675(3,5—6,75)
Ход штока, мм 24
Сообщение источника сжатого воздуха и магистрали токоприемника при перемещении штока, мм, не менее 15
Износостойкость, число включений, не менее 10·10 ⁴
Масса, кг 3,5

Устройство и работа. Пневматическая блокировка (рис. 128) состоит из пневмопривода. В чугунном корпусе 8 подвижно в осевом направлении расположен шток 9. Возвратная пружина воздействует на шток через шайбу 5, закрепленную на торце штока. Размещенная здесь же шайба 6 ограничивает радиальное смещение пружины 7. На верхнем торце корпуса через прокладку 2 закреплена болтами крышка 1. Между крышкой и шайбой 5 штока 9 размещен поршень с двумя резиновыми манжетами 4.

Сжатый воздух от источника, поступает через верхнюю крышку в рабочую камеру пневмопривода, воздействует на поршень 3 и шток 9, сжимая пружину 7, перемещает их вниз до упора в бурт корпуса 8. При этом верхняя манжета 4 переходит ниже трех боковых отверстий корпуса 8 и через выпускной патрубок сжатый воздух от источника поступает в магистраль токоприемника.

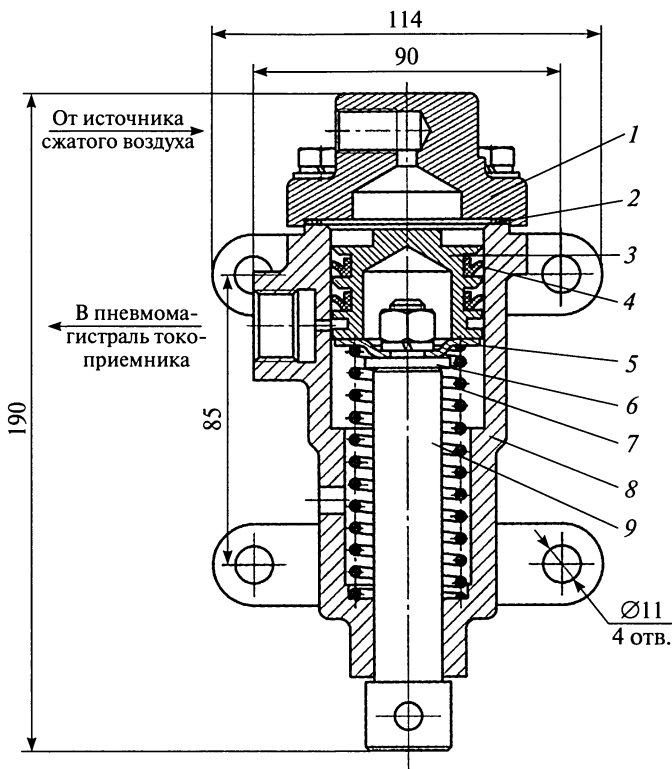


Рис. 128. Блокировка пневматическая ПБ-3

Низковольтная электрическая блокировка. Предназначена для включения и отключения электрических цепей низкого напряжения.

Технические данные

Номинальное напряжение, В.....	50
Максимальное усилие на штоке, кгс	1,05
Зазор контактов, мм	$37 \pm 0,9$
Провал контактов, мм	$2,6 \pm 0,9$
Длительно допустимый ток контактов, А.....	25
Количество контактов:	
закрывающих	1
размыкающих	1

Устройство и работа.

Конструктивно блокировка выполнена в соответствии с рис. 129. От попадания пыли и грязи контакты блокировки защищены прозрачной крышкой. Контакты — мостикового типа, материал контактов СОК-15. Мостиковый контакт 5 конструктивно обеспечивает проскальзывание контактов при переключении. Неподвижные контакты 2 крепятся к корпусу 1 путем развальцовки резьбовых втулок, запрессованных в корпус. Штоки 4, 8 разделены держателем 7 с подвижными мостиками и контактной пружиной 6. Перемещение всего контактного узла осуществляется отключающей пружиной 3.

Блокировочное устройство БУ-01, БУ-02, БУ-03. Предназначено для взаимного блокирования дверей высоковольтной камеры.

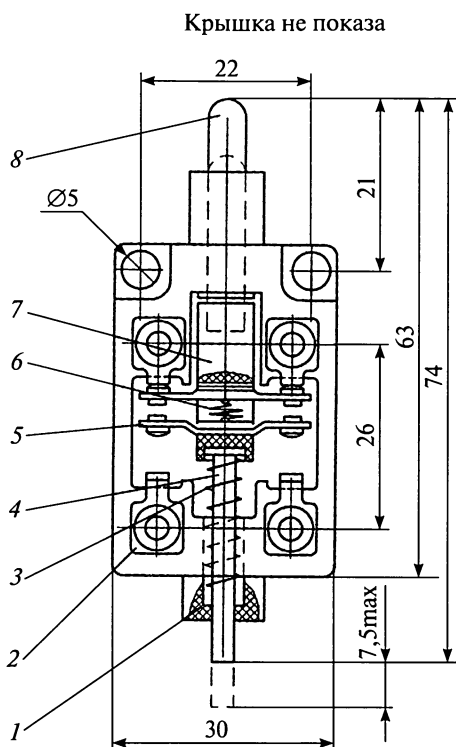


Рис. 129. Блокировка электрическая низковольтная

Технические данные

Номинальное напряжение остоянного (пульсирующего) тока контактора, В.....	50
Номинальный ток контактора, А.....	16
Номинальный отключаемый ток контактора при индуктивной нагрузке, А.....	8
Масса, кг.....	2,9

Устройство и работа. Блокировочное устройство (рис. 130) представляет собой кулачковый переключатель, собранный на каркасном основании 2 и закрытый кожухом 3. Конструктивно переключатель

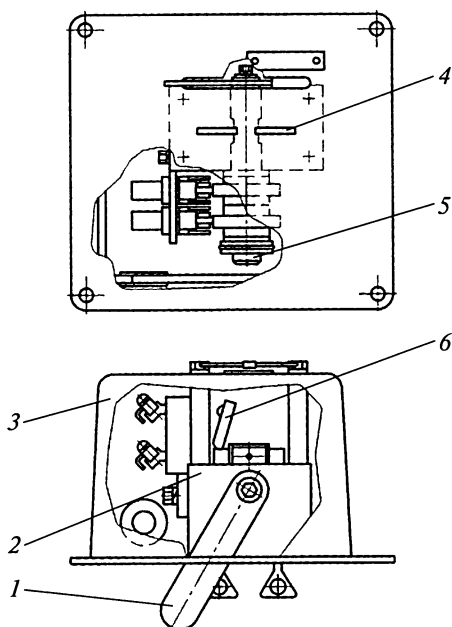


Рис. 130. Блокировочное устройство БУ-01, БУ-02, БУ-03:

1 — рукоятка; 2 — корпус; 3 — кожух;
4 — ключ; 5 — вал кулачковый; 6 — кон-
тактор кулачковый

запирающие шторы, служат для блокирования кулачкового вала переключателя в положении, исключающем возможность подъема токоприемников до тех пор, пока не закрыта высоковольтная камера, так как подъем токоприемников возможен только при установке кулачкового вала в положение «Реле давления зашунтировано». При работе электровоза кожух блокировочного устройства должен быть опломбирован.

5.14. Клапана и устройство УПН-3

Клапан разгрузочный КР-1. Предназначен для сброса сжатого воздуха из участка пневмомагистрали от компрессора до обратного клапана после включения двигателя компрессора с целью уменьшения нагрузки на вал двигателя в момент его запуска.

чатель состоит из кулачкового вала 5 с двумя кулачковыми шайбами, двух кулачковых контакторов 6, двух замков, включающих валики и ключей 4, а также рукоятки 1 для поворота вала в одно из двух положений. Для фиксации валиков в крайних положениях установлены плоские пружины. Вал 5 и ключи 4 между собой заблокированы таким образом, что поворот вала в положение «Реле давления зашунтировано» невозможен до тех пор, пока оба ключа не будут вставлены в валики и повернуты на 90°. При отсутствии одного из ключей поворот вала невозможен. Если вал 5 находится в положении «Реле давления зашунтировано», то повернуть и вынуть ключи невозможно. Таким образом, ключи, отпирающие замки и

Технические данные

Режим работы пневмопривода.....	повторно-кратковременный
Номинальное напряжение постоянного тока для питания катушки вентиля, В	50
Номинальный ток, А	0,21
Минимальный ток срабатывания вентиля, А.....	0,15
Номинальное сопротивление катушки вентиля при 20 °С, Ом .	173
Максимальное рабочее давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²).....	0,9 (9)
Время задержки закрытия клапана при запуске компрессора с производительностью 2,75 м ³ /мин при давлении воздуха в магистрали после обратного клапана 0,75 МПа (7,5 кгс/см ²), с.....	0,6—1,0
Время разгрузки магистрали с объемом не более 8 литров, с	6,0—7,0
Зазор А при закрытии клапана, мм.....	1,0±0,5
Масса, кг.....	4,1

Устройство и работа. Клапан разгрузочный КР-1 (рис. 131) состоит из клапанной системы и пневматического привода, размещенных в корпусе 6, а также вентиля 1 электромагнитного ЭВ-5. Корпус имеет две камеры: верхнюю и нижнюю. В верхней камере размещена клапанная система, состоящая из втулки 4 и клапана 5.

В нижней камере размещен поршень 7 пневмопривода, опирающийся на пробку 8.

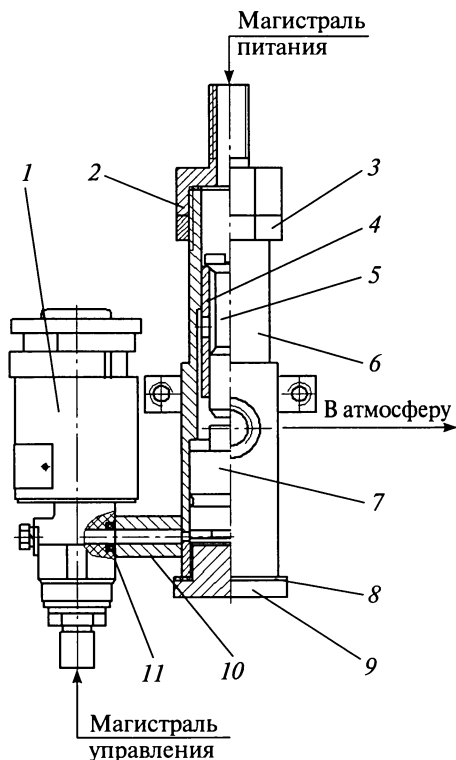


Рис. 131. Клапан разгрузочный КР-1:

1 — вентиль электромагнитный;
2 — штуцер; 3 — гайка; 4 — втулка;
5 — клапан; 6 — корпус; 7 — поршень;
8 — прокладка; 9 — пробка;
10 — сухарь; 11 — уплотнение

ку 9. К верхней части корпуса закрепляется штуцер 2, служащий для подсоединения к разгружаемой магистрали. Нижняя часть корпуса имеет резьбовое отверстие для сообщения клапанной камеры с атмосферой.

Вентиль электромагнитный 1 размещен на сухаре 10 и сообщен с поршневой камерой привода каналом. По месту крепления вентиля размещено уплотнение 11, а под пробкой 9 уплотняющая прокладка 8.

Работа клапана КР-1 осуществляется следующим образом. При достижении в пневмомагистреле верхнего предела давления (0,9 МПа) датчик-реле давления ДЕМ-102-1-02-2 срабатывает и с помощью промежуточного реле размыкает цепь питания катушки электромагнитного контактора. Последний выключает компрессор и через свои блок-контакты подает питание на катушку электромагнитного вентиля клапана КР-1. При этом сжатый воздух из напорной (разгружаемой) магистрали от компрессора до обратного клапана через включенный вентиль поступает в поршневую камеру привода КР-1. Поршень 7 перемещается вверх и, воздействуя на запорный клапан 5, открывает его, сообщая разгружаемую магистраль с атмосферой. Происходит сброс сжатого воздуха. Запорный клапан 5 опускается на втулку 4.

При снижении давления в пневмомагистрале до нижней уставки ДЕМ-102-1-02-2 подает питание на катушку контактора МК, который срабатывая, включает двигатель компрессора и одновременно снимает питание с катушки вентиля КР-1. Вентиль разобщает подпоршневую камеру разгрузочного клапана с питающей магистралью и соединяет ее с атмосферой. Запуск двигателя осуществляется на магистраль от обратного клапана до компрессора, объема которой достаточно для уверенного запуска двигателя.

Клапан токоприемника и клапан калибровочный. Клапан токоприемника КТ-20-02 предназначен для управления центральным токоприемником и регулирования времени его опускания. Клапан калибровочный 5ТН.456.129 предназначен для регулирования времени подъема токоприемника.

Технические данные

Номинальное напряжение вентиля, В	50
Номинальный ток вентиля, А.....	0,13
Номинальное сопротивление катушки при 20 °С, Ом.....	286

Рабочее давление сжатого воздуха магистрали питания, МПа (кгс/см ²)	0,24—0,31 (2,4—3,1)
Сечение канала сообщения магистрали потребителя с питающей магистралью, мм ²	110
Время опускания токоприемника, с	3,5—6
Масса, кг	4,5

Устройство и работа. Клапан токоприемника КТ-20-02 (рис. 132) состоит из двух, скрепленных болтами, корпусов и вентиля электромагнитного 12 (типа ЭВ-5-04). Канал сообщения вентиля

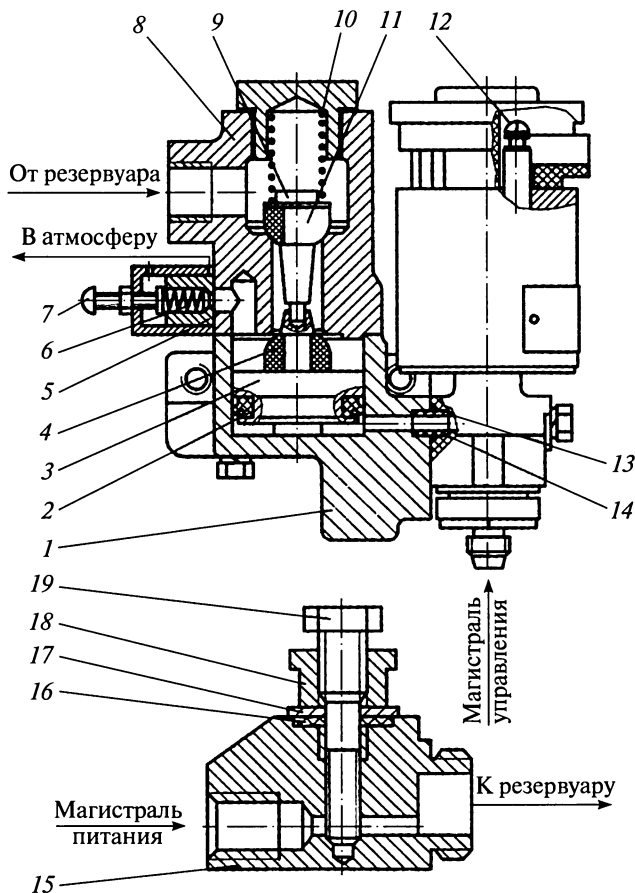


Рис. 132. Клапан токоприемника КТ-20-02

электромагнитного 12 и нижнего корпуса 1 уплотнен резиновым кольцом 13, установленным на втулке 14. В камере верхнего корпуса 8 под герметично установленной пробкой 10 размещен клапан 9 с резиновой втулкой 4. Втулка поджата к верхнему седлу корпуса 8 пружиной 11. Такая же втулка установлена на поршне 3. Поршень 3 установлен в нижнем корпусе 1 и уплотнен манжетой 2. На верхнем корпусе установлен дросселирующий клапан 5.

Клапан калибровочный 5ТН.456.129 состоит из корпуса 15, гайки 18, болта 19, шайб 16 и 17. При включении вентиля электромагнитного 12 сжатый воздух поступает в камеру под поршень 3 и, преодолевая давление воздуха на клапан 9 и усилие пружины 11, перемещает поршень 3 и клапан 9 вверх до упора втулкой 4, расположенной на поршне 3, в нижнее седло корпуса 8. Втулка 4, расположенная на клапане 9, поднимается с клапаном вверх и открывает канал сообщения магистрали питания с магистралью потребителя через калибровочный клапан 5ТН.456.129.

При выключении вентиля клапан 9 с поршнем 3 под действием пружины 11 опускается вниз, перекрывая сообщение магистрали питания и магистрали потребителя. Сжатый воздух из магистрали потребителя выходит в атмосферу через дросселирующий клапан 5. В начале усилие сжатого воздуха больше усилия пружины 6 и клапан открывается, обеспечивая быстрый выход сжатого воздуха в атмосферу. Вследствие резкого снижения давления сжатого воздуха в пневмоприводе токоприемника, происходит быстрый отрыв полоза токоприемника от контактного провода. При дальнейшем снижении давления сжатого воздуха, его усилие станет меньше усилия пружины 6 дросселирующего клапана и клапан закроется. Выход сжатого воздуха будет проходить через отверстие в клапане диаметром 1 мм, что создаст резкое замедление снижения воздуха и уменьшение скорости опускания токоприемника. Время опускания токоприемника регулируется изменением затяжки пружины 6 дросселирующего клапана с помощью винта 7.

Клапан электропневматический КП-8. Предназначен для дистанционного управления работой тифона, свистка и подачи сжатого воздуха в форсунки песочниц электровоза.

Технические данные

Номинальное напряжение, В.....	50
Номинальный ток, А	0,21

Минимальный ток срабатывания, А	0,15
Номинальное сопротивление катушки при 20 °С, Ом	173
Рабочий интервал давления сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²)	0,35—1,0 (3,5—10)
Сечение канала сообщения магистрали питания и магистрали потребителя, мм ²	110

Устройство и работа. Клапан КП-8 (рис. 133) состоит из двух скрепленных болтами 1 корпусов — верхнего 5 и нижнего 2. В нижнем корпусе размещен уплотненный манжетой 3 поршень 4. В верхнем корпусе 5 в камере *a*, сообщенной патрубком с питающей

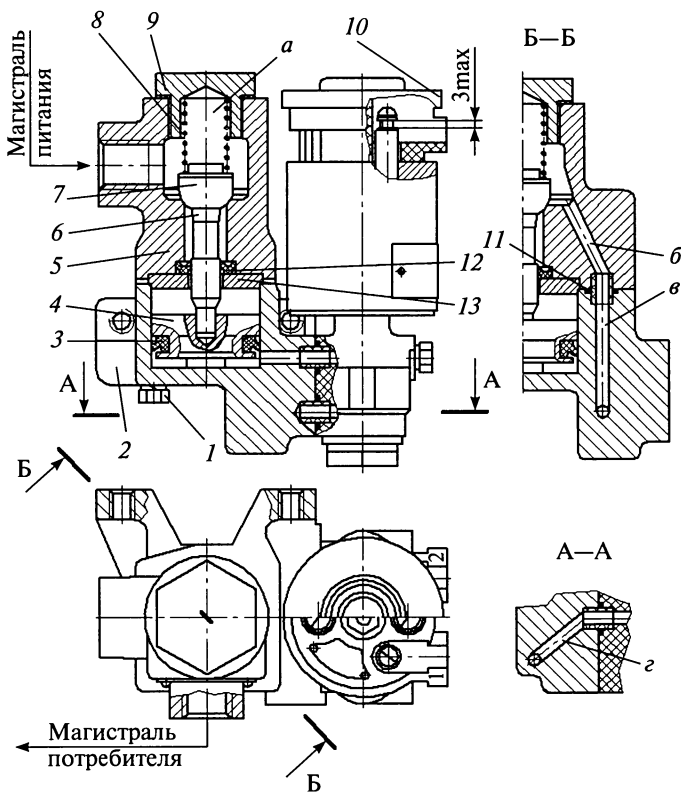


Рис. 133. Клапан электропневматический КП-8:

1 — болт; 2 — нижний корпус; 3, 12 — манжета; 4 — поршень; 5 — верхний корпус; 6 — шток; 7 — втулка; 8 — пружина; 9 — пробка; 10 — электромагнитный вентиль; 11 — кольцо; 13 — шайба

магистралью, под герметично установленной пробкой 8 размещен шток 6. Он нагружен пружиной 9 и снабжен резиновой уплотнительной втулкой 7, которая своей полусферой опирается на фаску корпуса 5. В клапане КП-8 шток 6 сочленен с поршнем 4 и уплотнен манжетой 12, размещенной на шайбе 13 в кольцевой проточке корпуса. В клапане КП-8 камера *a* корпуса 5 каналами *б*, *в* и *г* сообщена с распределительной коробкой вентиля электромагнитного 10.

При включении вентиля электромагнитного 10 сжатый воздух через открытую клапанную систему вентиля поступает в камеру под поршнем 4. При этом в клапане КП-8 воздух поступает по каналам *б*, *в* и *г* из камеры *a*. Под действием сжатого воздуха поршень 4 вместе со штоком 6 переместится вверх до упора. Резиновая втулка 7, поднимаясь вместе со штоком 6 над фаской корпуса 5, образует канал, обеспечивающий сообщение питающей магистрали и магистрали потребителя.

При выключении вентиля электромагнитного 10 подпоршневая камера привода через вентиль сообщится с атмосферой и шток 6 под действием пружины сместится вниз до посадки резиновой втулки 7 на фаску корпуса 5. Поступление сжатого воздуха из магистрали питания в магистраль потребителя прекратится.

Клапан продувки КП-29-01. Предназначен для продувки конденсата из главных резервуаров.

Технические данные

Номинальный ток, А	0,21
Минимальный ток срабатывания вентиля, А	0,15
Номинальное напряжение вентиля, В	50
Напряжение для питания нагревателя, В	50
Номинальное сопротивление катушки вентиля при температуре 20 °С, Ом	173
Сопротивление нагревателя при температуре 20 °С, Ом	29,2±2
Рабочее давление сжатого воздуха (для привода импульсно), МПа (кгс/см ²)	0,75—0,9 (7,5—9,0)
Ход клапана, не менее, мм	3
Зазор А между клапаном и поршнем, мм	0,75 min
Масса, кг	6,0

Устройство и работа. Клапан продувки КП-29-01 (рис. 134) состоит из клапанной системы и пневматического привода размещенных в корпусе 6, а также электромагнитного вентиля 1 и нагре-

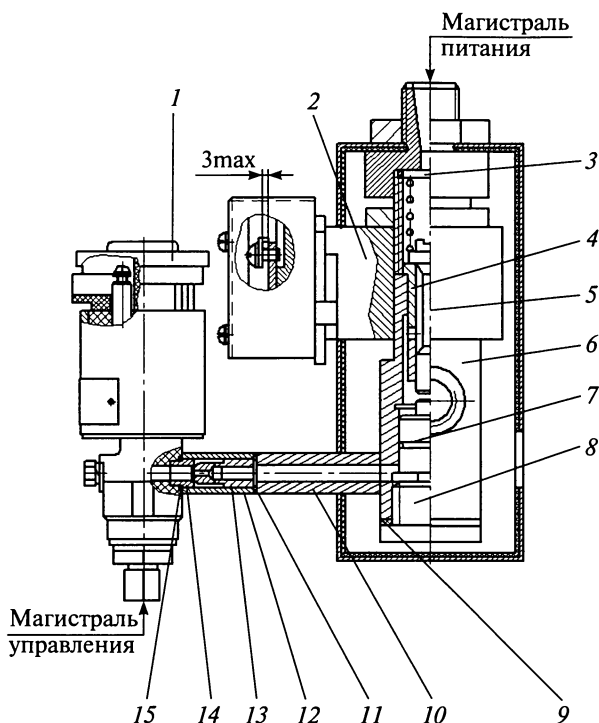


Рис. 134. Клапан продувки КП-29-01

вателя 2. Корпус имеет две камеры, верхнюю и нижнюю. В верхней размещена клапанная система, состоящая из седла 4 и запорного клапана 5. В нижней камере размещен поршень 7 пневмопривода, опирающийся на пробку 8, установленную на прокладку 9. Пробка ввинчена в корпус 6. К верхней части корпуса прикреплен штуцер 3, служащий для подсоединения к главному резервуару. На корпусе 6 под штуцером установлен нагреватель 2. Электромагнитный вентиль 1 (типа ЭВ-5) размещен на сухаре 10 и каналом сообщен с подпоршневой камерой корпуса 6 пневмопривода. В этом канале установлен обратный клапан 13 с центральным дроссельным отверстием диаметром 1 мм и седло 14. По месту крепления вентиля размещено резиновое кольцо 15. Между сухарем и вентиляем установлена прокладка 11 и вставка 12, которая позволяет осуществить извлечение обратного клапана при ремонтах.

При подаче напряжения на катушку электромагнитного вентиля сжатый воздух от источника поступает в подпоршневую камеру корпуса пневмопривода. Обратный клапан, смещаясь вправо, обеспечивает сообщение источника сжатого воздуха в этой камере без калибровки канала. Поршень, перемещаясь вверх, воздействует на запорный клапан и открывает клапанную систему. Происходит сброс скопившейся воды из верхней камеры корпуса через нижний патрубок в атмосферу. В зимнее время включением нагревателя исключают замерзание конденсата.

При снятии питающего напряжения с катушки электромагнитного вентиля последний перекрывает доступ воздуха в поршневую камеру. Оставшийся в поршневой камере сжатый воздух сместит обратный клапан влево и, сообщение поршневой камеры с атмосферой будет осуществляться через дроссельное отверстие обратного клапана и через неплотности посадки поршня в корпусе. Это обеспечивает безударную работу запорного клапана, поскольку поршень переместится при этом вниз не мгновенно, а с некоторым замедлением из-за наличия демпфирующей подушки в поршневой камере. Безударная работа запорного клапана обеспечивает требуемую его герметичность в течение длительного времени. Клеммная колодка нагревателя и корпуса закрыты защитными кожухами.

Устройство электропневматическое УПН-3. Предназначено для дистанционного управления подачей сжатого воздуха.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В.....	50
Номинальный ток срабатывания, А.....	0,1
Номинальное сопротивление катушки при 20 °С, Ом.....	286
Номинальное давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²).....	0,5 (5)
Пропускное сечение клапанной системы, мм ² :	
на впуск	5,5
на выпуск.....	8,2
Масса, кг.....	2,57

Устройство и работа. УПН-3 (рис. 135) состоит из распределительного корпуса 2 и электромагнитного вентиля 1 (типа ЭВ-5-18). Каналы сообщения впускного и выпускного патрубков с камерами вентиля уплотнены резиновыми кольцами 4, размещенными на втулках 3. При включении вентиля сжатый воздух из магистрали питания через впускной патрубок поступает к исполнительному устройству, при выключении потребитель сообщается с атмосферой.

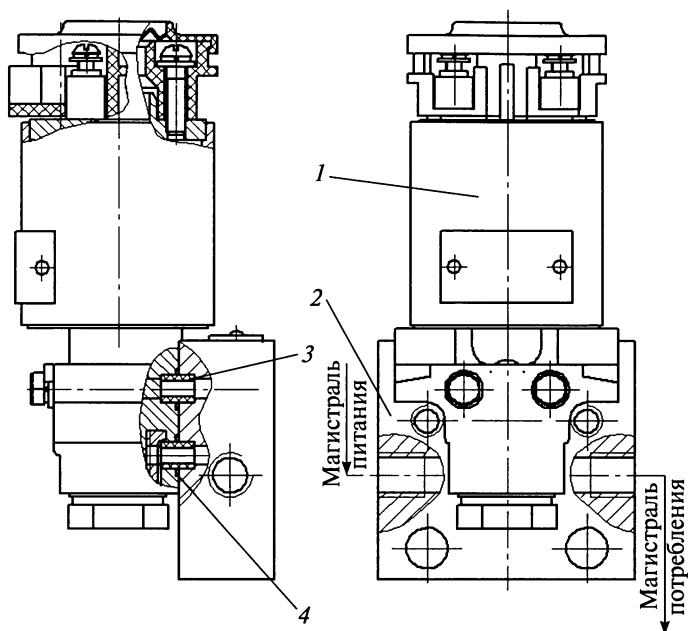


Рис. 135. Устройство пневматическое УПН-3

5.15. Приборы звуковых сигналов

Свисток электропневматический С-17. Предназначен для подачи сигнала машинисту при срыве электрического торможения электровагона и при срабатывании пожарной сигнализации.

Технические данные

Номинальное напряжение, В.....	50
Номинальный ток, А.....	0,17
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²).....	0,75—0,9 (7,5—9,0)
Частота звучания основного тона по ГОСТ 28466-90, Гц.....	1200±50
Масса, кг.....	3,05

Устройство и работа. Свисток электропневматический (рис. 136) состоит из электромагнитного вентиля 1 (типа ЭВ-5-18), установленного на распределительной коробке 3 и свистка 2. Между корпусом вентиля и распределительной коробкой установлены ре-

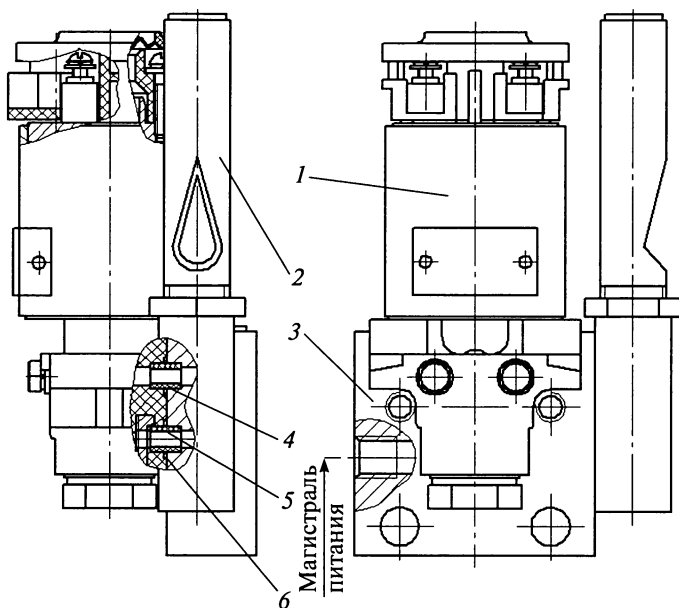


Рис. 136. Свисток электропневматический С-17

зиновые кольца 6 и втулки: верхняя 4 и нижняя 5 с калибровочным отверстием.

Свисток 2 представляет собой трубку, имеющую на входе сухарь с узкой щелью для прохода сжатого воздуха. Выше сухаря в трубке выполнен боковой фасонный вырез, торец трубки заглушен. При подаче импульса на катушку вентиля сжатый воздух поступает в резонирующую камеру свистка, что обеспечивает подачу сигнала.

Электропневматический свисток С-17 отличается от свистка С-17-02 длиной резонирующей камеры (трубки).

Ревун ТС-22. Предназначен для подачи звуковых сигналов с помощью сжатого воздуха.

Технические данные

Частота звучания основного тона ГОСТ 28466-90, Гц:

тифона	370±10
свистка	650±50

Общий уровень звукового давления на расстоянии 5 м от раструба и резонирующей камеры при давлении воздуха 0,8 МПа (8 кгс/см²) по ГОСТ 28466-90, Д6 (дин):

тифона	120±5
свистка	105 ⁺¹⁰
Давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см ²):	
рабочее	0,75—0,9 (7,5—9)
максимальное	1 (10)
Минимальное давление сжатого воздуха МПа (кгс/см ²):	
тифона	0,3 (3)
свистка	0,1 (1)
Масса, кг	5,33

Устройство и работа. Ревун ТС-22 (рис. 137) состоит из тифона и свистка, размещенных на одном кронштейне.

В корпусе 3 тифона, выполненном в виде усеченного полоого конуса, с помощью резьбовой втулки размещен рупор 6. По центру корпуса запрессована втулка 9. Дисковая мембрана 10 с помощью

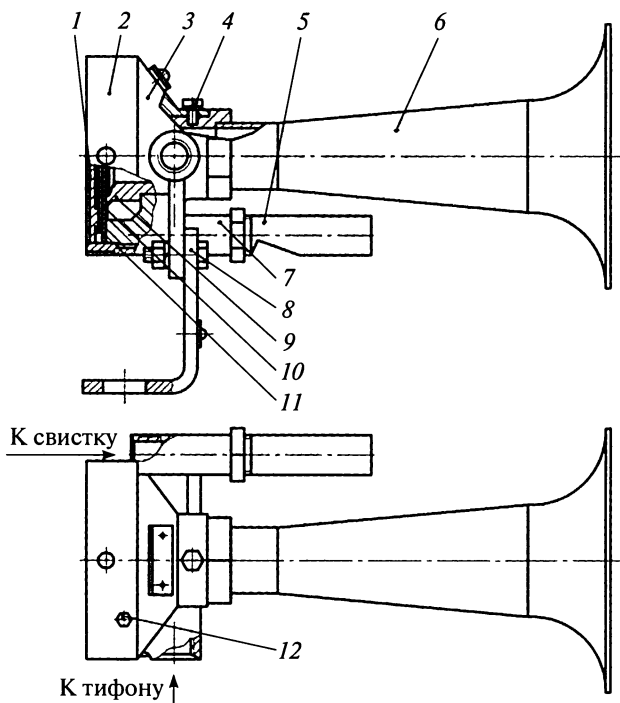


Рис. 137. Ревун ТС-22

резьбовой регулировочной гайки 2, крышки 1 и резинового кольца 11 поджата к торцам корпуса и втулки. От отворачивания гайки 2 зафиксирована болтом 12, а рупор 6 — болтом 4. На боковой поверхности корпуса размещены: бобышка с резьбовым отверстием, служащая для подвода сжатого воздуха, и прилив, с помощью которого тифон крепится на кронштейне 8. К кронштейну 8 приварен корпус 7, выполненный из квадрата. В торцах корпуса размещены резьбовые отверстия. Одно отверстие предназначено для закрепления свистка 5, противоположное — для подвода сжатого воздуха. Свисток выполнен трубкой, один торец которой заглушен, со стороны второго закреплен сухарь, имеющий на боковой поверхности лыску, служащую для прохода сжатого воздуха. Выше сухаря в трубке выполнен фасонный вырез.

Звучание тифона обеспечивает колебание мембраны при подаче сжатого воздуха в камеру корпуса. Это происходит следующим образом. При подаче сжатого воздуха в камеру тифона сжатый воздух действует на мембрану, преодолевает усилие затяжки, передаваемое на нее регулировочной гайкой, и смещает мембрану от опорной поверхности центральной втулки корпуса. Появление зазора между мембраной и втулкой приводит к резкому сбросу давления в камере, так как она сообщается с атмосферой с помощью рупора. Сброс давления в камере способствует возврату мембраны в исходное положение и прекращению сообщения камеры тифона с атмосферой, т.е. новому повышению давления. Повышение давления в камере тифона вновь приведет к перемещению мембраны, и далее все будет многократно повторяться пока будет подаваться сжатый воздух в камеру тифона.

Звучание свистка создается сжатым воздухом в резонирующей камере.

5.16. Датчик-реле давления ДЕМ-102-1-02-2

Датчик-реле давления ДЕМ-102-1-02-2 предназначен для переключений в электрической цепи при изменении давления сжатого воздуха в системе управления работой компрессора. Технические характеристики приведены ниже.

Устройство и работа. Датчик-реле давления ДЕМ 102-1-02-2 (рис. 138) имеет корпус 7, в котором размещены передаточный

Технические данные

Параметры	Значение параметров для исполнений	
	ДЕМ-102-1-02-2	ДЕМ-102-1-02-2-05
Рабочее положение	Вертикально, чувствительной системой вниз	
Номинальное напряжение, В	50	50
Номинальный ток, А	0,32	0,32
Уставка, МПа (кгс/см ²):		
срабатывания	0,9±0,025 (9±0,25)	0,76±0,025 (7,6±0,25)
возврата	0,75±0,025 (7,5±0,25)	0,44±0,25 (4,4±0,25)
Рабочие контакты	3-1	3-1
Масса, кг	1,0	1,0

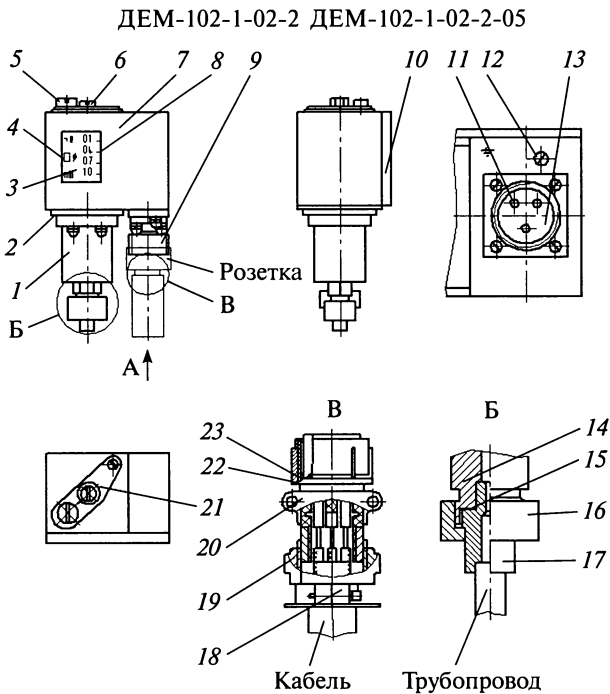


Рис. 138. Датчик-реле давления ДЕМ-102-1-02-2

механизм, узлы настройки зоны возврата и настройки уставок, переключающее контактное устройство и устройство кабельного ввода.

На верхнюю стенку корпуса 7 выведены винт диапазона 6 и винт зоны возврата 5. Эти винты заблокированы планкой 21.

Выход корпуса 1 чувствительной системы оканчивается штуцером 14, на котором с помощью гайки 16 закреплен ниппель 17, уплотненный прокладкой 15. Сам выход уплотнен прокладкой 2. Ниппель 17 служит для подсоединения датчика к пневмомагистрали в системе управления работой компрессора.

На лицевой панели 10 корпуса имеются шкала 3 с указателем уставки 8 и указателем зоны возврата 4.

Устройство кабельного ввода состоит из розетки 20 и вилки 9 с тремя контактами 11, вмонтированными в изолирующую пластину 13. Устройство кабельного ввода служит для подсоединения внешних электрических цепей датчика. На устройстве предусмотрен винт заземления 12.

Типоисполнения датчиков конструктивных отличий не имеют. Принцип действия датчика-реле основан на сравнении усилий, создаваемых давлением контролируемой магистрали на чувствительную систему и сил упругой деформации задатчика (пружин) уставок и зоны возврата.

Для приведения датчика-реле в рабочее состояние необходимо:

- присоединить датчик к пневмомагистрали следующим образом: снять с чувствительной системы гайку 16, ниппель 17 и прокладку 15; надеть гайку 16 на трубку пневмомагистрали и подпаять к трубке ниппель, надеть прокладку на ниппель и подсоединить все к чувствительной системе с помощью гайки (соединение должно быть герметично);

- сняв прижимы 18 и гайку 22, подсоединить электрический кабель, впаяв его облуженные концы в хвостовики контактов розетки; произвести сборку розетки, обеспечив прижимами 18 надежное крепление кабеля к розетке; проверить электрический монтаж на отсутствие короткого замыкания; установить прокладку 23 и присоединить розетку к вилке с помощью гайки 19;

- произвести настройку датчика следующим образом: разблокировать винты, сняв планку 21, установить указатель уставки 8 на заданную величину по шкале уставок 3 поворотом винта диапазона

6; установить заданное значение зоны возврата поворотом винта зоны возврата 5 вернуть планку 21 в исходное положение, блокируя винты.

Срабатывание датчика-реле (размыкание или замыкание контактов) происходит, когда контролируемое давление достигает значение уставки, заданной по шкале. Возврат контактов в исходное положение происходит, когда давление среды изменится на величину, равную значению зоны возврата.

5.17. Коммутирующие элементы электрических аппаратов

Контактор кулачковый КЭ-153. Такой контактор является коммутирующим элементом электрических аппаратов цепей управления.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного тока, В.....	110
Номинальный ток, А.....	16
Зазор контактов, мм.....	4,5
Провал контактов, мм.....	1,5—2
Контактное нажатие, кгс.....	0,3
Масса, кг.....	0,07

Устройство и работа. Кулачковый контактор КЭ-153 (рис. 139) состоит из изолятора, рычага, неподвижного и подвижного контактов и двух выводов. Латунные выводы 1 подвижного и неподвижного контактов установлены на изоляторе 2.

В верхний вывод ввернут болт 4 с контактной накладкой из серебра, пружина 3, опирающаяся на заплечики вывода предохраняет контактный болт от самоотвинчивания. Изменение степени ввинчивания болта (размер А) определяет зазор контактов при установке контактора в изделие.

Узел подвижного контакта состоит из серебряного контакта 5, пружинящей пластины 7 и пластинчатого гибкого шунта 9. Контакт приклепан к шунту и пластине.

Рычаг 6 из изоляционного материала поворачивается на оси 8 между щеками изолятора 2. От выпадения из изолятора ось фиксируется пружинящим кольцом. На рычаге установлен ролик 10 и узел подвижного контакта. В качестве ролика применен шарикоподшипник. Форма рычага, пружинящей пластины и расположение оси вращения выбраны так, что при замыкании контактов

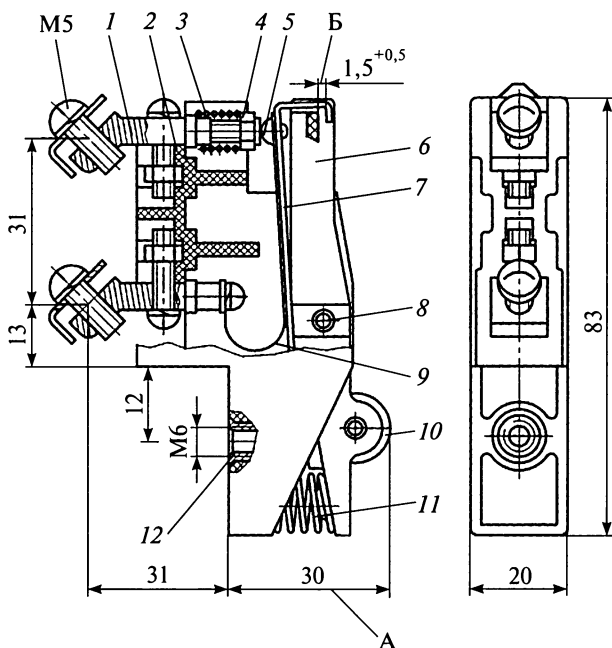


Рис. 139. Контактёр кулачковый КЭ-153

обеспечивается их провал и проскальзывание друг относительно друга. Провал контактов определяется зазором *Б*.

Включение контактов и их нажатие обеспечиваются пружиной *11*, воздействующей на хвостовик рычага. Для закрепления контактора на рейках в изолятор *2* армирована металлическая гайка *12*.

В исходном положении контакты замкнуты, при воздействии кулачковой шайбы на ролик преодолевается усилие включающей пружины *11* и происходит размыкание контактов.

Тумблеры ПТ26-1, ПТ26-2, ПТ26-3. Предназначены для оперативных переключений в цепях управления. Технические характеристики приведены ниже.

Технические данные

Тип тумблера	ПТ26-1	ПТ26-2	ПТ26-3
Род тока	постоянный, пульсирующий		
Номинальное напряжение, В	50		
Номинальный ток, А	5,0		

Коммутационный ток, А			
– не менее	0,001		
– не более	4,0		
Коммутируемая мощность, Вт, не более			
– нагрузка активная	125		
– нагрузка индуктивная при постоянной времени не более 0,015 с	36		
Количество контактов:			
– размыкающих	2	—	—
– замыкающих	2	4	—

Устройство и работа. Тумблер ПТ26-1 (рис. 140) состоит из пластмассового корпуса, внутри которого размещена контактная система, и переключающей рукоятки. При переводе рукоятки из одного фиксированного положения в другое происходит переключение контактов. Переключающая рукоятка под воздействием пружины обеспечивает четкую фиксацию контактов тумблера в одном из крайних положений. На тумблере указан тип, нумерация выводов, год изготовления.

Тумблер ПТ26-3 имеет одно фиксированное положение — среднее и два крайних с самовозвратом в среднее. В крайних положениях контакты замкнуты, в среднем положении контакты разомкнуты.

Указанные в технических данных ток и мощность на-

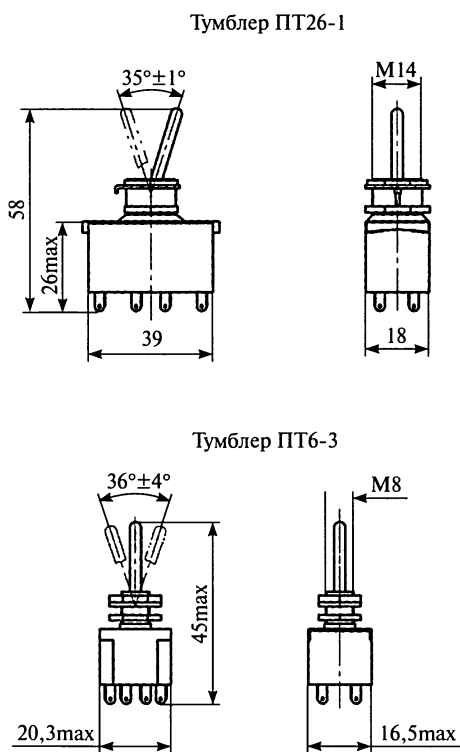


Рис. 140. Тумблеры ПТ26-1, ПТ6-3

дежно коммутируются при условии последовательного соединения двух контактов.

Кнопка КЕ-011, КЕ-021. Выключатели кнопочные типа КЕ служат для коммутации в цепях управления электровоза.

Технические данные

Номинальное напряжение, В:

переменного тока частотой 50 и 60 Гц 500

постоянного тока 220

Номинальный ток, А 10

Количество контактов:

замыкающих 1

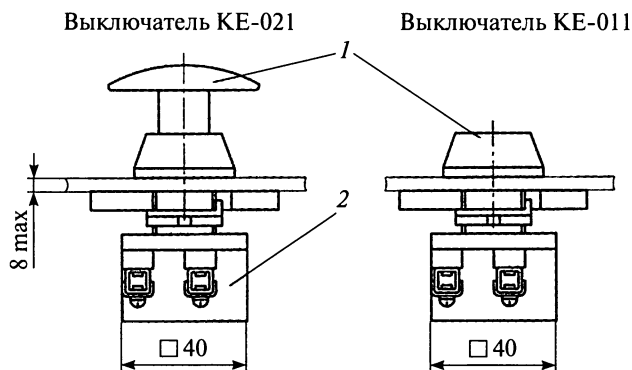
размыкающих 1

Масса, кг:

КЕ-011 0,13

КЕ-021 0,23

Устройство и работа. Кнопка (рис. 141) состоит из корпуса 2 и толкателя 1 (в КЕ-011 — цилиндрического типа; в КЕ-021 —



Кинематическая схема выключателей КЕ-011, КЕ-021

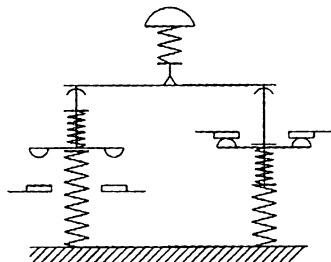


Рис. 141. Выключатели КЕ-011, КЕ-021

грибовидного типа). Внутри корпуса установлены две траверсы с контактными мостиками и неподвижные контакты. Контактные мостики, имеющие серебряные напайки, удерживаются в траверсе пружиной, создающей одновременно контактное нажатие.

Педаль П-6. Предназначена для управления подачей песка.

Технические данные

Номинальное напряжение постоянного (пульсирующего) тока выключателя, В	50
Номинальный ток, А	16
Номинальный отключаемый ток выключателя при индуктивной нагрузке с постоянной времени 0,05 с, А, не более	4
Усилие на педали в диапазоне рабочего хода, Н (кгс), не более	70 (7)
Масса, кг	1,82

Устройство и работа. Педаль (рис. 142) состоит из кронштейна 1, на котором установлен выключатель 2 с приводным рычагом 3 и педали 4, установленной на приводном рычаге. Выключатель с самовозвратом, контактная система выключателя мостикового типа, мгновенного действия. Переключение контактов происходит под действием усилия, приложенного к педали 4.

Соединитель электрический силовой ВКС-400-1В1К и РПС-400-1В1К. Соединитель электрический силовой, состоящий из вилки кабельной ВКС-400-1В1К и розетки панельной РПС-400-1В1К предназначен для подсоединения тяговых двигателей и вспомогательных машин к сети депо, а также для зарядки аккумуляторных батарей электровоза в депо. Технические характеристики приведены ниже.

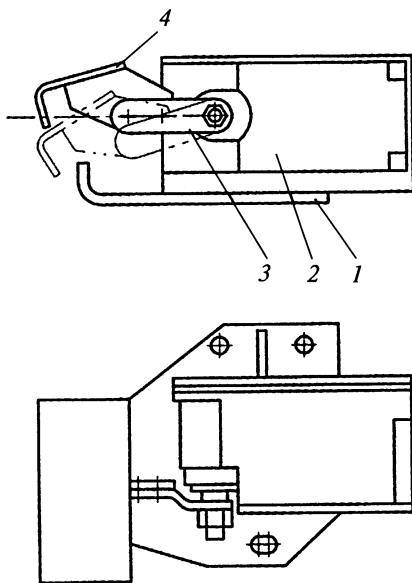


Рис. 142. Педаль П-6

Технические данные

Наименование показателя	Значение параметров	
	ВКС-400-1В1К	РПС-400-1В1К
Номинальный ток, А	400	400
Номинальное напряжение, В	440	440
Масса, кг	2,6	2,3

Устройство и работа. Вилка ВКС-400-1В1К (рис. 143) состоит из прессованного корпуса 3 с контактной вилкой 2. Хвостовая часть вилки имеет поперечную фрезеровку до половины диаметра и центровое окно, предназначенные для установки хомутов 4 и закрепления жилы кабеля. Вилка в корпусе закреплена резьбовым прижимом 9, передающим усилие на вилку через цилиндр 5, резиновую втулку 6 и шайбу 7. От поворота вилка 2 фиксируется продольным выступом в корпусе и пазом вилки. Силовой кабель охватывается хомутом 8, ввод его уплотняется резиновым колпаком 11, закрепленным на прижиме 9 винтами 10. Корпус закрыт крышкой 1.

Розетка РПС-400-1В1К (рис. 144) имеет прессованный корпус 5 с косым квадратным фланцем для закрепления при установке. В корпусе размещено контактное гнездо 7, хвостовая часть гнезда выполнена аналогично вилке. Здесь установлены хомуты 4 для закрепления жилы кабеля. Гнездо от осевых смещений удерживает крышка 3, закрепленная винтами 2 и втулка 8, опирающаяся на кольцевой выступ корпуса. От проворота гнездо зафиксировано па-

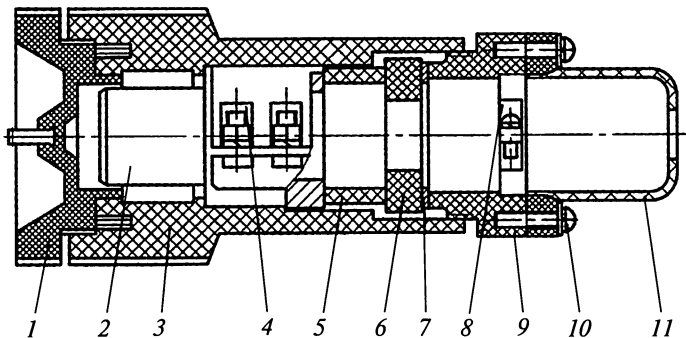


Рис. 143. Вилка ВКС-400-1В1К

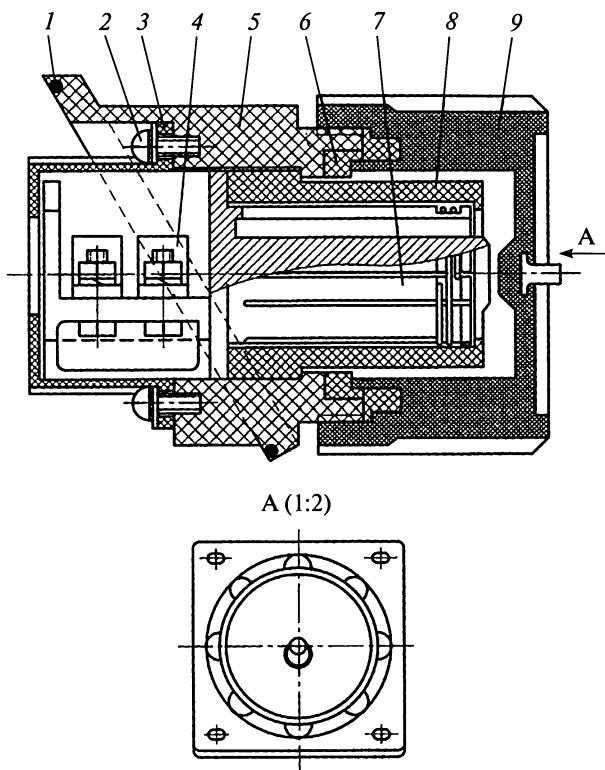


Рис. 144. Розетка РПС-400-1В1К

зом в его опорном фланце, в который входит выступ на корпусе. Розетка со стороны контактной части гнезда закрыта крышкой 9 и уплотнена прокладкой 6. На крепящем фланце корпуса расположено резиновое уплотнительное кольцо 1.

Силовой штепсельный разъем сочленяется при снятых крышках 1 (см. рис. 143) и 9 (см. рис. 144). При этом вилка ВКС-400-1В1К фиксируется в корпусе розетки РПС-400-1В1К винтовым соединением, для чего вилку необходимо повернуть до упора по часовой стрелке.

Соединители электрические РУ-51, ВУ-21, ВУ-44. Предназначены для межэлектровозного межсекционного соединения цепей управления электроподвижного состава.

Номинальный ток, А.....	18
Номинальное напряжение, В.....	110

Устройство и работа. Соединители состоят из розетки 2 и вилки 8. На рис. 145 представлен вариант соединителя, включающего в себя розетку РУ-51 и вилку — ВУ-21.

Розетка РУ-51 представляет собой корпус 3 с закрепленными в нем изоляторами 17, имеющими контактные штыри 18, к которым присоединяют монтажный провода. Для уплотнения ввода монтажного провода установлены втулка 21, гайка 20, хомут 1. В нерабочем состоянии розетка закрыта крышкой 7 при помощи пружины 5. Планки 19, расположенные на корпусе 3 розетки 2, служат для обеспечения включения вилки 8. В корпусе розетки находятся пазы 14, а в корпусе вилки — винты 15, обеспечивающие правильное включение контактных пар розетки и вилки.

Вилка ВУ-21 представляет собой корпус 6 с закрепленными в нем изоляторами 16 с контактными гнездами 13. Уплотнение вво-

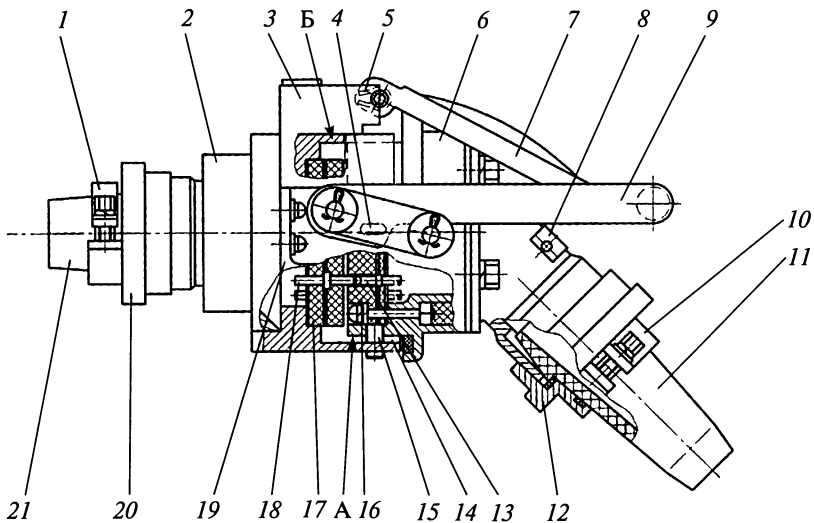


Рис. 145. Соединитель электрической цепей управления РУ-51, ВУ-21:
 1 — хомут; 2 — розетка; 3 — корпус; 4 — бобышка; 5 — пружина; 6 — корпус;
 7 — крышка; 8 — вилка; 9 — рычаг; 10 — хомут; 11 — втулка уплотнительная;
 12 — гайка; 13 — гнездо контактное; 14 — паз; 15 — винт; 16 — изолятор;
 17 — изолятор; 18 — штырь контактный; 19 — планка

да монтажного провода производят при помощи уплотнительной втулки 11, гайки 12 и хомута 10. На корпусе 6 расположен ручной привод, состоящий из рычага 9, на котором установлены бобышки 4 рычажной системы. Бобышки 4 служат для фиксации рычага 9 вилки относительно корпуса розетки при включении. Для сочленения вилки с розеткой крышку 7 отводят вверх и вставляют вилку 8 поверхностью А в сопрягаемую поверхность Б розетки 2. Зафиксировав бобышки 4 в отверстиях планок 19, рычагом 9 осуществляют окончательное включение аппаратов.

Конструкция вилки ВУ-44 (рис. 146) идентична конструкции ВУ-21. Отличие заключается в том, что корпус этой вилки не имеет хвостика со втулкой и гайкой, обеспечивающих уплотнение ввода монтажных проводов.

Розетка РЗ-8Б. Предназначена для питания переносных ламп и приборов.

Технические характеристики

Номинальное напряжение постоянного (пульсирующего) тока, В.....	110
Номинальный ток, А.....	6
Масса, кг.....	0,27

Устройство и работа. Розетка РЗ-8Б (рис. 147) состоит из корпуса 1, в котором установлено изоляционное основание 6 с двумя

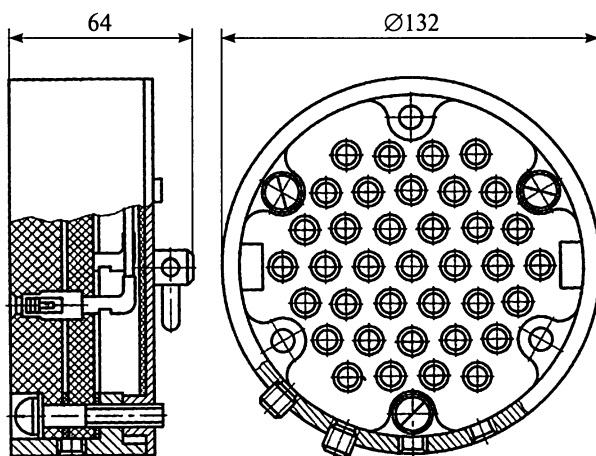


Рис. 146. Вилка ВУ-44

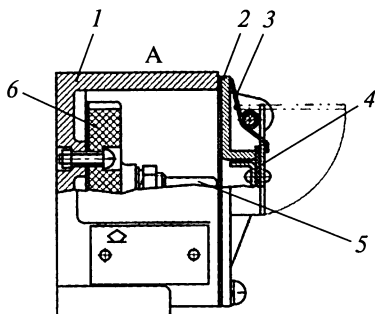
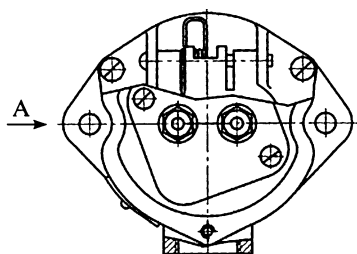


Рис. 147. Розетка РЗ-8Б

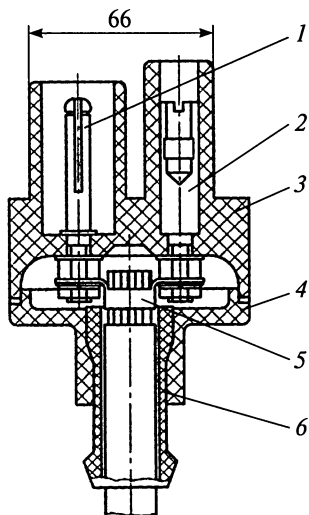


Рис. 148. Соединение штепсельное ШС-5М

запрессованными в него контактными штырями 5 и крышек 2 и 4 с пружиной 3.

Для подсоединения монтажных проводов на контактных штырях имеется резьба и крепеж. Пружина 3 удерживает крышку 4 в закрытом положении.

Соединение штепсельное ШС-5М. Предназначено для питания цепей управления электровоза от сети депо.

Технические данные

Номинальное напряжение, В.... 110
Номинальный ток, А..... 100

Устройство и работа. Соединение штепсельное ШС-5М (рис. 148) состоит из корпуса 3, имеющего штепсель 1 и гнездо 2, на которых установлен наконечник 5 с монтажным проводом.

Соединение со стороны наконечника закрыто крышкой 4 и уплотнительной резиновой втулкой 6 на выходе монтажного провода. Для приведения соединения в рабочее состояние необходимо сочленить пару ШС-5М, при этом штепсели войдут в контакт с гнездами.

Штанги заземляющие ШЗ-27-02, ШЗ-60. Штанга ШЗ-27-02 предназначена для отключения токоприемника в случае аварии, для заземления обесточенного участка контактной сети с номинальным напряжением 25 кВ при работах на крыше электровоза. Штанга ШЗ-60 служит для снятия емкостных зарядов с вторичных цепей электровоза и заземления первичной обмотки трансформатора при прове-

дении работ в трансформаторном помещении и высоковольтной камере при номинальном напряжении 1000 В.

Устройство и работа. Штанга ШЗ-27-02 (рис. 149) состоит из изоляционной штанги 2, выполненной из стеклопластовой трубы, изолятора 1 и изоляционной стеклопластовой трубы с крюком 3. На крюке имеется контактная бобышка, к которой крепится один конец заземляющего провода.

Штанга ШЗ-60 (рис. 150) состоит из изоляционной штанги 3, выполненной из дерева, пропитанного влагозащитающим компаундом, контактного пальца 2 для осуществления видимого контактного соединения заземляющего провода с вводом трансформатора или выводами конденсаторов и провода 1, конец которого при работе присоединен к заземленной конструкции.

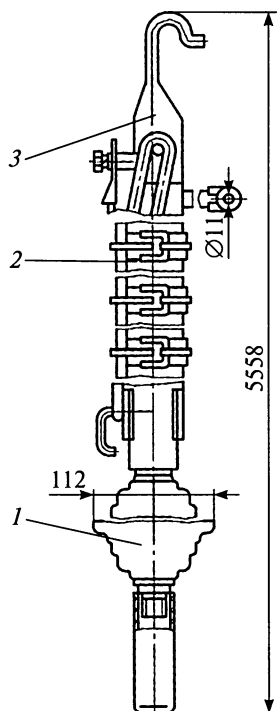


Рис. 149. Штанга заземляющая ШЗ-27-0

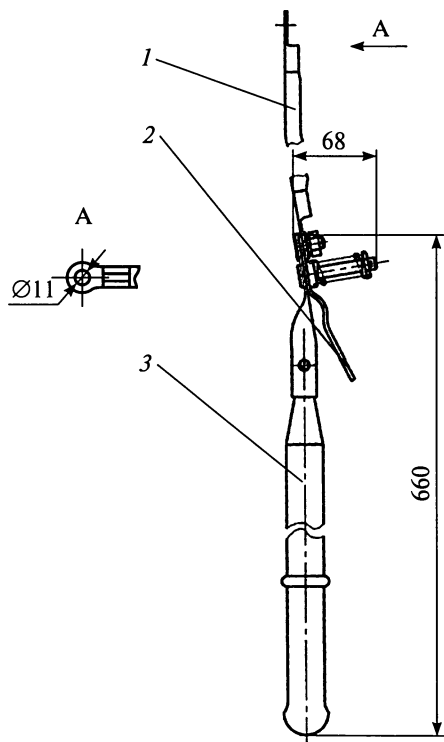


Рис. 150. Штанга заземляющая ШЗ-60

Штанга отключающая. Предназначена для отключения и включения разъединителей и переключателей ножевого типа.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В.....3000

Масса, кг.....0,6

Устройство и работа. Штанга (рис. 151) состоит из изоляционного стержня 1, изоляционной трубки 2 и металлического крюка 3. Металлический крюк служит для воздействия на рукоятку разъединителей или переключателей при их включениях и отключениях.

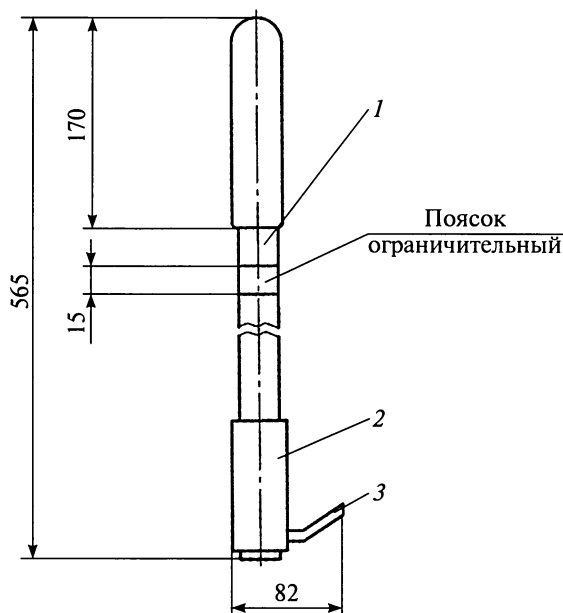


Рис. 151. Отключающая штанга

На стержне 1 черной эмалью ПФ-115 ГОСТ 6465-76 нанесен ограничительный пояс, который указывает границу между рукояткой и изолирующей частью штанги.

При оперативных переключениях аппаратов с помощью штанги запрещается прикасаться к ее изолирующей части.

5.18. Тяговый трансформатор и электронасос

Тяговый трансформатор ОНДЦЭ-4350/25. Предназначен для преобразования напряжения контактной сети в напряжение цепей тяговых двигателей, включенных через полупроводниковые преобразователи, цепей собственных нужд и отопления.

Технические данные

Параметры	Значение параметров
Номинальная мощность трансформатора, кВ·А	4350
Номинальная частота питающей сети, Гц	50
Схема и группа соединения обмоток	1/1/1/1/0-0-0-0
Ток холостого хода, А, не более	0,8
Потери холостого хода, кВт	3,7
Потери короткого замыкания, кВт (приведенный к 75 °С)	56,8
Суммарные потери, кВт	60,5
Полная масса трансформатора, кг, не более	7800
Расход охлаждающего воздуха, м ³ /мин, не более	90
<i>Сетевая обмотка (СО)</i>	
Номинальная мощность, кВ·А	4345
Номинальный ток, А	173,8
Номинальное напряжение, В	25 000
Максимальное напряжение, В	29 000
Минимальное напряжение, В	19 000
Величина перенапряжения на обмотке, ограничиваемых защитой электровоза, кВ, не более	90
Кратковременный максимум напряжения в контактной сети (длительность по ГОСТ 11677-85 равная 20 с), кВ	32
Ток включения, А, не более	800
<i>Тяговые обмотки (ТО1, ТО2)</i>	
Номинальная мощность, кВ·А	2×2016
Номинальное напряжение, В, на зажимах:	
a1-x1, a2-x2	1260
a1-2, 2-x1, a2-4, 4-x2	630
a1-1, 1-2, a2-3, 3-4	315

Номинальный ток обмотки и ее частей, А	1600
Количество тяговых обмоток	2
Напряжение короткого замыкания между каждой тяговой обмоткой и сетевой (СО-ТО1), (СО-ТО2), отнесенное к мощности соответствующей тяговой обмотки, %	7,0
Напряжение короткого замыкания между двумя тяговыми обмотками и сетевой (СО-ТО2), отнесенное к общей мощности тяговых обмоток, %	7,0
Разность напряжения короткого замыкания между обмотками СО — [(a1–2)+(a2–4)] и [(2–x1)+(4–x2)], % по абсолютному значению, не более	0,5
Перегрузочный ток 15-минутного режима (при начальной температуре масла 20 °С), А	2700
<i>Обмотка питания цепей возбуждения (ОВ)</i>	
Номинальная мощность, кВ·А	112
Номинальное напряжение между выводами а3-5, 5-х3, В	86
Номинальный ток обмотки на выводах а3-х3, А	650
Номинальный ток обмотки на выводе 5, А	900
Напряжение короткого замыкания между ОВ и сетевой, отнесенное к мощности ОВ, %	1,5
<i>Обмотка собственных нужд (ОСН)</i>	
Номинальная мощность, кВ·А	201
Номинальное напряжение между выводами а4-х4, В	401
Номинальное напряжение между выводами а4-6, В	229
Номинальный ток обмотки и ее частей, А	500
Напряжение короткого замыкания между обмоткой ОСН и сетевой, отнесенное к мощности ОСН, %	1,9

Устройство и работа. Трансформатор ОНДЦЭ-4350/25 (рис. 152) состоит из следующих основных частей: бака 9, крышки 1, расширителя 7, охлаждающей системы и активной части (обмоток с отводами и магнитопровода). Трансформатор имеет следующие обмотки:

СО (А-Х) — сетевая обмотка;

ТО1 (а1-1, 1-2, 2-х1); ТО2 (а2-3, 3-4, 4-х2) — две группы тяговых обмоток, каждая для питания двух тяговых двигателей;

ОВ (а3-5, 5-х3) — обмотки питания цепей возбуждения;

ОСН (а4-6, 6-х4) — обмотки собственных нужд.

Охлаждение трансформатора принудительное, масляно-воздушное. Охлаждающая система состоит из секций радиаторов 8, расположенных двумя группами на боковых гранях бака. Каждая секция состоит из комплекта ребристых медных труб, соединенных по концам с коллектором. Охлаждающая система обдувается воздухом из системы вентиляции электровоза. Для равномерного распределения воздуха по поверхности радиаторов применяются направляющие лопатки. Циркуляция масла в системе охлаждения обеспечивается электронасосом 6, который представляет собой моноблочный агрегат, состоящий из специального трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и насосной части. Электронасос забирает горячее масло из бака и нагнетает через вентилируемый охладитель в бак. При этом масло направляется в нижнюю ярмовую балку и через кольцевые пазы в верхней полке балки поступает в каналы обмоток. Активная часть помещена в стальной бак 9 с трансформаторным маслом, которое обеспечивает необходимую изоляцию и охлаждение обмоток. Обмотки трансформатора концентрические, выполненные из медных проводов с изоляцией из электрокартона. Стержни магнитопровода имеют в поперечном сечении ступенчатую форму и изготовлены из листов холоднокатаной электротехнической стали марки 3408. Расширитель 7 предназначен для компенсации температурных колебаний уровня масла в баке. В расширитель встроен воздухоосушитель 3. Для контроля температуры верхних слоев масла на расширителе расположен термометр 2. На стенке расширителя размещен маслоуказатель 4 с контрольными отметками для температур масла от минус 50 °С до плюс 60 °С. Для контроля напора масла на трансформаторе установлен манометр 5. Для сигнализации о достижении верхними слоями масла температуры минус 15 °С и плюс 90 °С на крышке трансформатора установлены два датчика-реле температуры 10. На крышке 1 трансформатора установлены: два ввода сетевой обмотки, восемь вводов тяговых обмоток, три ввода обмотки собственных нужд и три ввода обмотки возбуждения. Соединение вводов с отводами выполнено из

гибкого медного провода. Все вводы разъемные и допускают замену изоляторов без подъема активной части.

Электронасос ТТ 63/10-02. Предназначен для перекачивания трансформаторного масла в системе охлаждения тягового трансформатора ОНЦЭ-4350/25.

Технические данные

Номинальная производительность (подача), м ³ /ч.....	63
Номинальный напор, м.....	10
Предельная температура перекачиваемого масла, °С	
длительно.....	85
не более 2 ч	95
Режим работы.....	продолжительный
Число фаз электродвигателя	3
Номинальная мощность электродвигателя, кВт	2,8
Номинальное напряжение питающей сети, В.....	380
Номинальный ток, А	7,5
Частота сети, Гц.....	50
Частота вращения ротора (синхронная), об/мин.....	1500
КПД не менее, %	55
Масса незаполненного электронасоса, кг	105
Электронасос допускает работу при колебаниях напряжения питания в диапазоне 280—460 В, при коэффициенте асимметрии напряжения до 10 %	

Устройство и работа. Электронасос (рис. 153) представляет собой агрегат, состоящий из специального трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором 8 и насосной части. Насосная часть состоит из рабочего колеса 4, направляющего аппарата 2 и всасывающего патрубка 1. Исполнение насоса бессальниковое герметичное. Герметичность обеспечивается резиновыми уплотнениями между всасывающим 1, напорным 15 патрубками, задним подшипниковым щитом 13, панелью зажимов 10 и корпусом 6, а также установкой уплотнений между шпильками выводов и панелью зажимов.

Корпус насоса, всасывающий патрубок, направляющий аппарат — чугунные литые. Рабочее колесо — из стального литья. Подшипниковые щиты 5, 13 — стальные литые. В верхней части корпуса имеется прилив 9 для установки коробки выводов, проушина для транспортировки и запорное устройство 3. На напорном патрубке 15 корпуса насоса имеется заземляющий болт. Электронасос крепится всасыва-

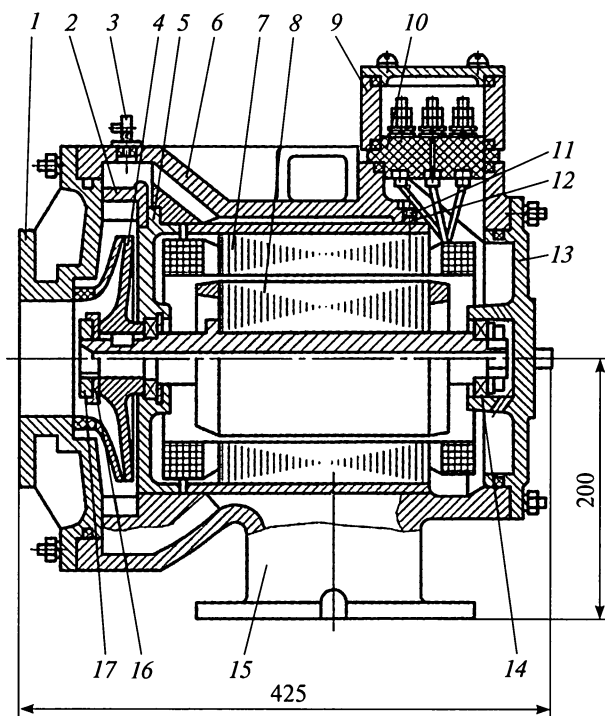


Рис. 153. Электронасос ТТ-63/10-02

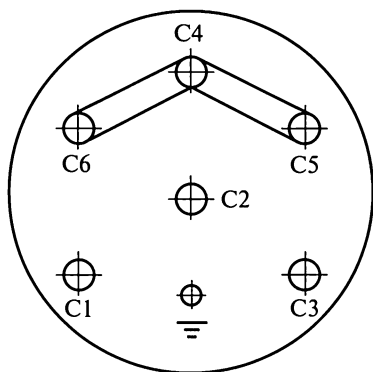


Рис. 154. Расположение выводов в клеммной коробке электронасоса ТТ-63/10-02

ющим и напорным патрубками к трубопроводам. Пакет статора установлен в стальную гильзу. Гильза статора установлена в корпусе насоса и застопорена винтом 12, находящимся под винтом заземления 11, коробки выводов. Пакет статора 7 шихтован из листов изолированной электротехнической стали. Расположение выводов в клеммной коробке и соединение обмоток статора для напряжения 380 В показано на рис. 154 и 155 соответственно.

Ротор электродвигателя — короткозамкнутый. Пакет ротора шихтован из электротехнической стали. Номинальный зазор между статором и ротором 0,5 мм. Вал вращается в шарикоподшипниках 14 и имеет консольную часть, на которую насажено рабочее колесо, закрепленное гайкой 17 и стопорной шайбой 16. Полость электронасоса заполнена перекачиваемым трансформаторным маслом, которое циркулируя, смазывает подшипники и отводит тепло, выделяемое электродвигателем.

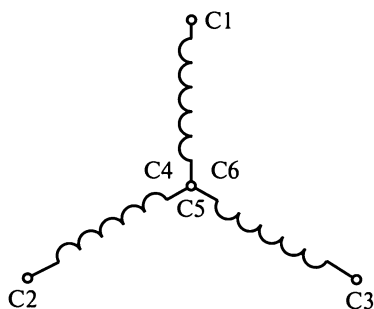


Рис. 155. Схема электрическая соединения обмоток электронасоса ТТ-63/10-02

5.19. Трансформаторы

Трансформатор Тр-23. Предназначен для питания электрических печей кабины электровоза.

Технические данные

Номинальная мощность, ВА:	
при токе 90 А в обмотках а1-х1, а2-х2.....	9400
при токе 110 А в обмотках а1-х1, а2-х2.....	11 500
Род тока	переменный
Частота, Гц	50
Номинальное напряжение обмотки А-Х, В	380
Напряжение холостого хода обмоток а1-х1, а2-х2, В.....	50±2
Напряжение обмоток а1-х1, а2-х2 при номинальной нагрузке, В.....	50±2
Ток холостого хода, не более, А.....	2,5
Потери холостого хода, не более, Вт	95
Номинальный ток обмоток а1-х1, а2-х2, А:	
при температуре окружающего воздуха ниже 45 °С.....	110
при температуре окружающего воздуха выше 45 °С	90
Режим работы.....	продолжительный
Охлаждение.....	воздушное естественное
Масса, кг.....	82,5

Устройство и работа. Трансформатор Тр-23 (рис. 156) состоит из магнитопровода 1 стержневого типа, набранного из пластин электротехнической стали 3413, и двух катушек 2. Катушки трансформатора имеют две обмотки: первичную и вторичную. Первичная

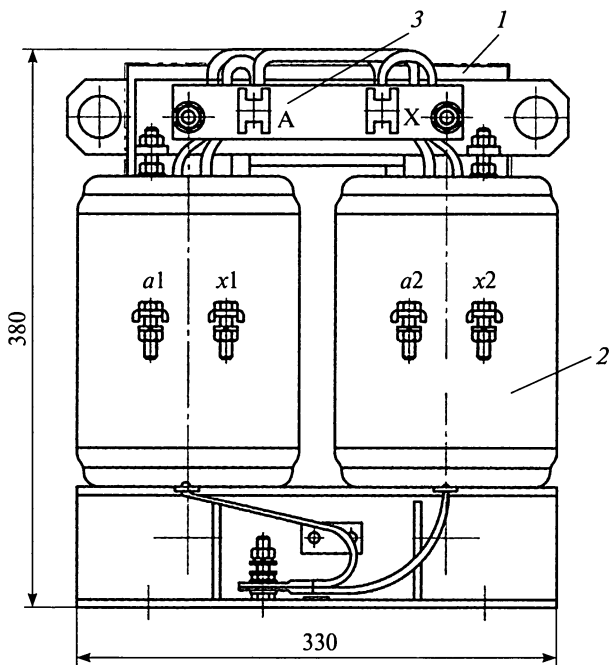


Рис. 156. Трансформатор Тр-23

обмотка намотана проводом ПЭТВСД 1,32×5,6 и имеет 192 витка, вторичная обмотка намотана проводом ПСДТ 4,5×11,2 и имеет 26 витков. Между обмотками расположена защитная экранирующая обмотка, один конец которой соединен с магнитопроводом. Первичные обмотки катушек соединены между собой параллельно. Выводы первичной обмотки расположены на контактных зажимах 3.

Для подключения во внешнюю цепь выводы обмоток трансформатора имеют крепеж М6 и фиксирующие скобы, исключающие проворот кабельных наконечников внешнего монтажа. Катушки трансформатора пропитаны в эпоксидном компаунде.

Трансформатор Тр-18. Предназначен для питания реле контроля замыкания на «землю» цепей тяговых двигателей.

Технические данные

Номинальная мощность, В А	100
Номинальное напряжение, В:	
первичной обмотки	400

вторичной обмотки.....	242
Номинальный ток вторичной обмотки, А.....	0,4
Частота, Гц	50
Масса, кг.....	2,2

Устройство и работа. Трансформатор Тр-18 (рис. 157) состоит из магнитопровода 1, набранного из Ш-образных изолированных пластин электротехнической стали толщиной 0,5 мм с размерами стержня 30×30 мм. Катушка 2 трансформатора, каркасная с квадратным окном, имеет две обмотки: первичную и вторичную. Обе отмотки намотаны проводом ПЭТ-200, диаметром 0,355 мм и имеют 1600 и 970 витков соответственно. Междуслойная и междуобмоточная изоляции катушки — бумага кабельная К-120. Корпусная изоляция — 4 слоя ленты ЛЭСБ 0,1×20 мм, с перекрытием 1/2 ширины ленты. Катушка трансформатора пропитана в эпоксидном компаунде.

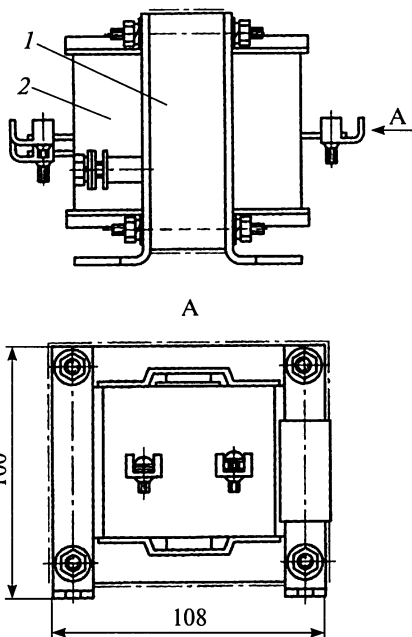


Рис. 157. Трансформатор Тр-18

Трансформатор Тр-19. Предназначен для панели питания счетчика электроэнергии и вентиля защиты.

Технические данные

Номинальная мощность, ВА.....	155
Номинальное напряжение, В	
первичной обмотки А-Х.....	220
вторичной обмотки а2-х.....	233
вторичной обмотки а1-х.....	100
Номинальный ток вторичной обмотки а2-х, А.....	0,6
Частота, Гц	50
Масса, кг.....	2,5

Устройство и работа. Трансформатор Тр-19 (рис. 158) состоит из магнитопровода 1, набранного из Ш-образных изолированных

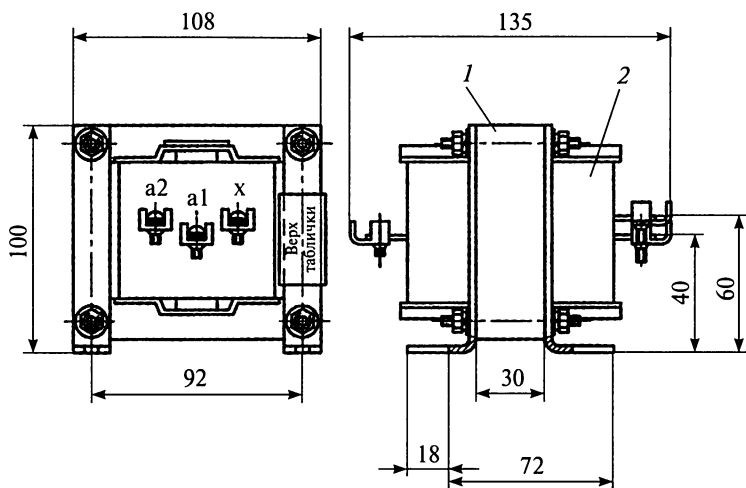


Схема электрическая соединений

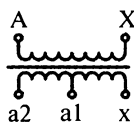


Рис. 158. Трансформатор Тр-19

пластин электротехнической стали толщиной 0,5 мм с размерами стержня 30х30 мм. Катушка 2 трансформатора каркасная с квадратным окном, имеет две обмотки: первичную и вторичную. Обе обмотки намотаны проводом ПЭТ-200, диаметром 0,5 мм. Первичная обмотка имеет 960 витков, вторичная — 1011 витков с отпайкой на 581 витке. Катушка трансформатора пропитана в эпоксидном компаунде.

Трансформатор ТО-89. Предназначен для синхронизации работы аппаратуры управления с сетью.

Технические данные

Номинальная мощность, ВА.....	100
Частота, Гц	50
Номинальное напряжение, В:	
первичной обмотки	250
вторичной обмотки.....	50/220

Номинальный ток вторичных обмоток, А..... 0,1
 Масса, кг..... 3,8

Устройство и работа. Трансформатор ТО-89 (рис. 159) состоит из магнитопровода 1, набранного из Ш-образных изолированных пластин электротехнической стали 3413 толщиной 0,5 мм с размерами стержней 35×35 мм и бескаркасной катушки. Катушка 2 имеет три обмотки: первичную и две вторичные обмотки, намотанных проводом ПЭТ-200 диаметром 0,315 мм. Первичная обмотка имеет 3800 витков, вторичные имеют 665 витков и 166 витков.

Катушка трансформатора пропитана в эпоксидном компаунде.

Трансформатор ТО-127. Предназначен для питания нагревательных элементов компрессора, санузла и главного выключателя.

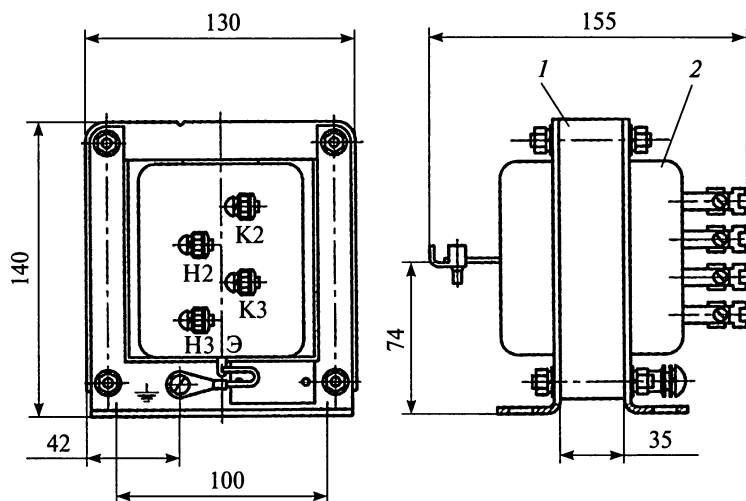


Схема электрическая соединений

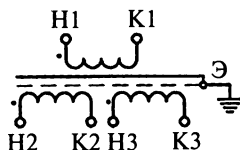


Рис. 159. Трансформатор ТО-89

Технические данные

Номинальное напряжение первичной обмотки, В	405
Номинальное напряжение холостого хода вторичной обмотки, В210	
Номинальный ток вторичной обмотки, А:	
при температуре окружающего воздуха выше 5 °С	8
при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С	21
Номинальная мощность, ВА:	
при температуре окружающего воздуха выше 5 °С	1600
при температуре окружающего воздуха ниже 5 °С	4200
Номинальная частота, Гц	50
Масса, кг	45

Устройство и работа. Трансформатор ТО-127 (рис. 160) состоит из двухстержневого магнитопровода 2, шихтованного из отдельных

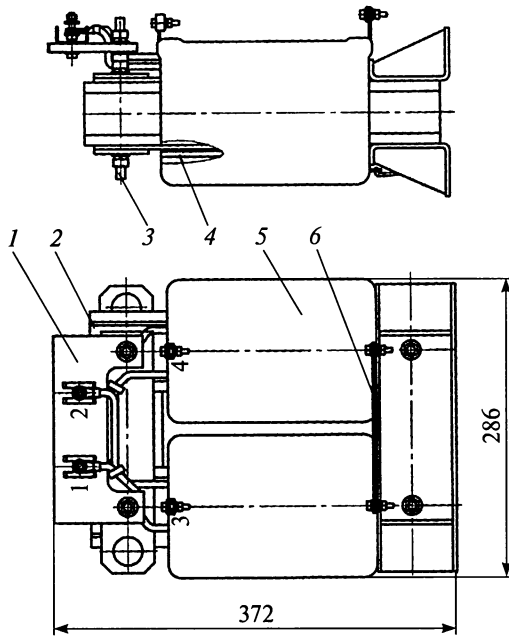


Схема электрическая соединений

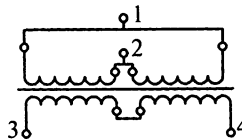


Рис. 160. Трансформатор ТО-127

изолированных пластин электротехнической стали 3413 толщиной 0,5 мм. Стяжка пластин осуществляется изолированными шпильками 3.

Катушки 5 трансформатора располагаются на каждом стержне и имеют две обмотки: первичную и вторичную. Неподвижность катушек на магнитопроводе обеспечивается гетинаксовыми клиньями 4. Первичные обмотки катушек намотаны проводом ПЭТВСД 1,4, имеют по 380 витков и соединены между собой параллельно. Выводы первичной обмотки расположены на панели 1. Вторичные обмотки катушек намотаны проводом ПЭТВСД 1,7×5,0, имеют по 99 витков и соединены между собой последовательно с помощью шины 6.

Для подключения во внешнюю цепь выводы обмоток трансформатора имеют крепеж и фиксирующие скобы, исключающие проворот кабельных наконечников. Изоляция катушек выполнена лентой ЛСЭК-5СПл 0,1×20 и лентой ЛЭСБ 0,1×20. Катушка трансформатора пропитана в эпоксидном компаунде.

Трансформатор Тр-135. Предназначен для обеспечения работы системы, устанавливающей необходимую величину угла открывания тиристоров ВИП в зависимости от формы напряжения контактной сети.

Технические данные

Номинальная мощность, ВА.....	100
Частота, Гц	50
Номинальное напряжение, В:	
первичной обмотки	1250
вторичных обмоток.....	220/220
Номинальный ток вторичных обмоток, А.....	1,0
Масса, кг.....	3,9

Устройство и работа. Трансформатор Тр-135 (рис. 161) состоит из магнитопровода 1, набранного из Ш-образных изолированных пластин электротехнической стали толщиной 0,5 мм с размерами стержня 35×35. Катушка 2 трансформатора каркасная с квадратным окном имеет три обмотки: первичную и две вторичные. Первичная обмотка намотана проводом ПЭТ-200 диаметром 0,315 мм и имеет 3800 витков. Вторичные обмотки намотаны проводом ПЭТ-200 диаметром 0,315 и имеют по 665 витков. Катушка трансформатора пропитана в эпоксидном компаунде.

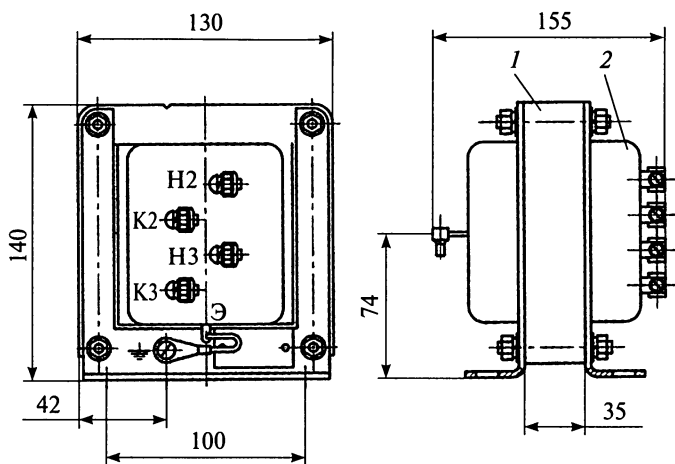


Схема электрическая соединений

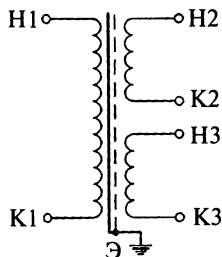


Рис. 161. Трансформатор Тр-135

Трансформатор тока ТКЛП-0,66-300/5 ХЛ2. Предназначен для измерения тока, потребляемого электровозом, и подключен к токовой цепи счетчика электроэнергетики на электровозе.

Технические данные

Номинальное напряжение, кВ.....	0,66
Номинальный первичный ток, А.....	300
Номинальный вторичный ток, А.....	5
Номинальный класс точности.....	0,5
Номинальная частота, Гц.....	50
Номинальная вторичная нагрузка с коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0,8$, В·А.....	10
Масса, не более, кг.....	1,7

Устройство и работа. Трансформатор тока ТКЛП-0,66-300/5 ХЛ2 (рис. 162) представляет собой литой блок, в качестве изоляции которого применяется эпоксидный компаунд. По своей конструкции трансформатор является катушечным опорного исполнения на ленточном сердечнике.

Трансформатор крепится к конструкции электровоза с помощью болтов крепления. Выводы первичной обмотки, включаемой в цепь измеряемого тока, обозначены Л1 и Л2. Выводы 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.

Трансформатор ТО-149. Предназначен для питания нагревательных панелей санузла бустерной секции электровоза.

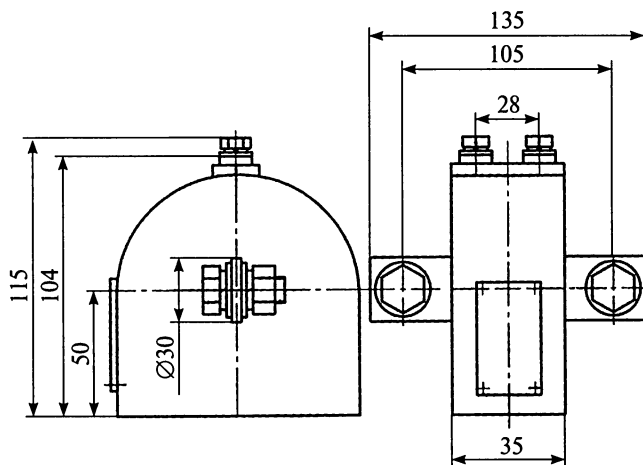


Схема электрическая принципиальная

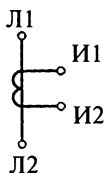


Рис. 162. Трансформатор тока ТКЛП — 0,66-300/5ХЛ2

Технические данные

Номинальное напряжение первичной обмотки, В.....	405
Номинальное напряжение холостого хода вторичных обмоток, В.....	47±1
Номинальный ток вторичной обмотки, А:	
при температуре окружающего воздуха выше 15 °С	40
при температуре окружающего воздуха ниже 15 °С.....	45
Номинальная мощность, ВА:	
при температуре окружающего воздуха выше 15 °С	3600
при температуре окружающего воздуха ниже 15 °С.....	4050
Частота, Гц	50
Масса, кг.....	42,8

Устройство и работа. Трансформатор ТО-149 (рис. 163), имеет двухстержневой магнитопровод 1, шихтованный из пластин электротехнической стали 3413 толщиной 0,5 мм. Катушки 2 трансформатора располагаются на каждом стержне магнитопровода и имеют

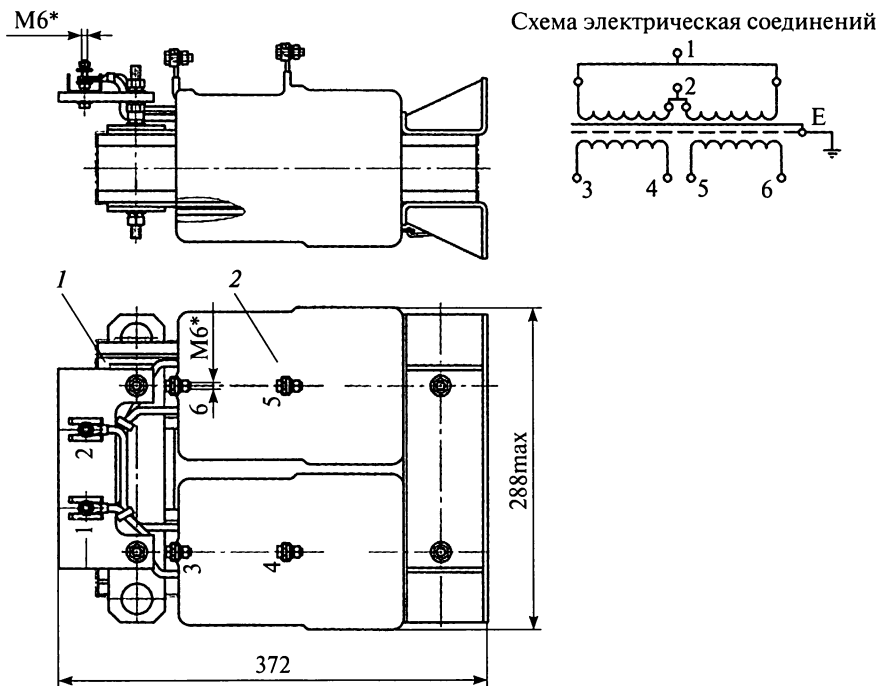


Рис. 163. Трансформатор ТО-149

две обмотки: первичную и вторичную. Первичные обмотки катушек намотаны проводом ГГЭЭИД2-200-МЭК-1,5, имеют по 372 витка и соединены между собой параллельно. Вторичные обмотки катушек намотаны проводом ПСДТ 3,55×5,0 и имеют по 44 витка.

Изоляция катушек выполнена лентой ЛСЭК-5-СПл 0,1×20 и лентой ЛЭСБ 0,1×20. Катушки трансформатора пропитаны в эпоксидном компаунде.

5.20. Датчики

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 данные

Номинальное напряжение изоляции шины первичного тока, В3000	
Номинальный первичный ток, А.....	1000
Диапазон измеряемого тока, А.....	0—1500
Коэффициент трансформации	1:5000
Напряжение питания вторичной обмотки, В.....	±24
Выходное внутреннее сопротивление, Ом.....	40
Режим работы продолжительный	
Охлаждениевоздушное естественное	
Масса, кг.....	3,5

Устройство и работа. Датчик тока ДТ-009 (рис. 164) состоит из датчика трансформатора 2, серии LEM типа LT-1000SI/SP58, закрепленного на каркасе 3 с помощью двух изоляторов 4 и шины 1 первичной обмотки.

Датчик LEM имеет три вывода, гальванически развязанных от силовой шины: «плюс», «минус», «М». К выводам «плюс» и «минус» подключают источник постоянного тока напряжением ±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.

Датчик-трансформатора напряжения LV100/SP51. Предназначен для контроля напряжения на выходе ВИП в режиме рекуперации электровоза.

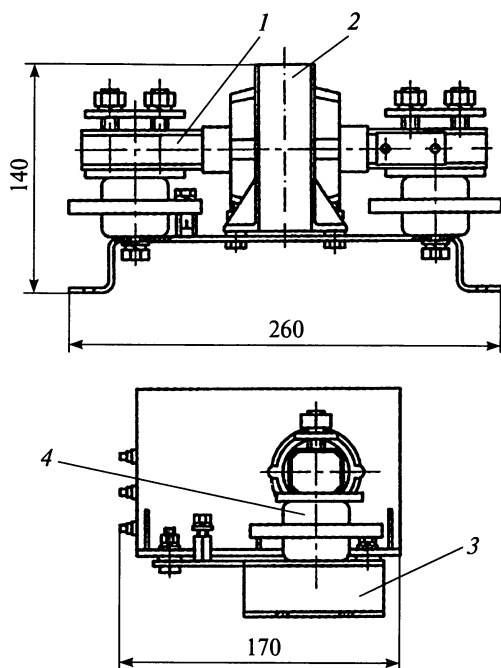


Схема электрическая принципиальная
подключения датчика тока

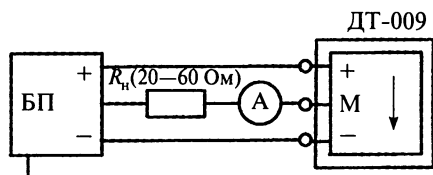


Рис. 164. Датчик тока ДТ-009

Технические данные

Номинальное напряжение на входном делителе, В	100—4500
Номинальный входной ток, мА.....	10
Диапазон измеряемых токов, мА.....	0—20
Напряжение питания, В.....	± 24
Коэффициент трансформатора.....	10 000/2000
Входное внутреннее сопротивление при 70 °С, Ом	1900

Режим работы.....	продолжительный
Охлаждение.....	воздушное естественное
Масса, кг.....	0,51

Устройство и работа. Датчик-трансформатора напряжения LV100/SP51 построен по принципу преобразования входного тока пропорционально приложенному напряжению в пропорциональный выходной ток с гальванической развязкой между первичной (силовой) и второй (измерительной) цепями.

Преобразуемое напряжение подается на входные клеммы датчика через внешний резистор (R1), величина которого определяется исходя из номинальной величины входного тока датчика.

Конструктивно датчик-трансформатора (рис. 165) выполнен в виде неразборного модуля из литой изоляции. Для подключения цепей питания и нагрузки в модуле предусмотрены три штырьевых вывода с резьбой М5 и креплением подводящих проводов под гайку. Выводы «+» и «-» первичной цепи выполнены в виде двух отверстий с резьбой М5.

В комплект датчика-трансформатора входят три гайки с пластиковым вкладышем для фиксации наконечников проводов на выводах вторичной цепи и два винта с шайбам для подключения первичной цепи.

Датчик угла коммутации ДУК-4-01. Предназначен для передачи сигнала, пропорционального углу коммутации ВИП.

Технические данные

Номинальный ток первичной обмотки, А.....	2550
Часовой ток первичной обмотки, А.....	2750
Напряжение вторичной обмотки при номинальном токе в первичной обмотке, В	21
Номинальный ток вторичной обмотки, А.....	0,03
Масса, кг.....	8,5

Устройство и работа. Датчик угла коммутации ДУК-4 (рис. 166) состоит из медной шины, служащей первичной обмоткой, и вторичной обмотки, состоящей из четырех катушек расположенных попарно с каждой стороны шины и соединенных последовательно. Каждая катушка состоит из 250 витков, намотанных проводом ПЭТ-200 диаметром 0,63 мм на шести ферритовых кольцевых сердечниках, склеенных по высоте. Между обмотками расположен экран, намотанный тем же проводом. Все четыре катушки крепятся к шине при помощи двух панелей и четырех немагнитных шпилек.

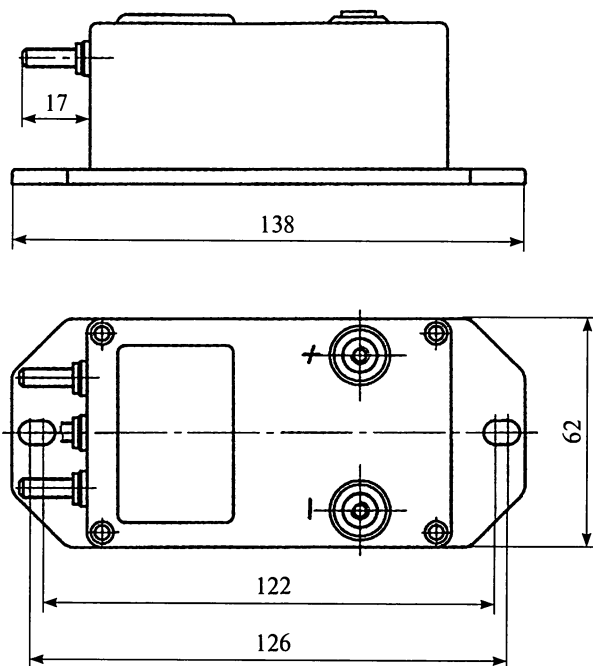


Схема электрическая принципиальная
подключения датчика-трансформатора напряжения

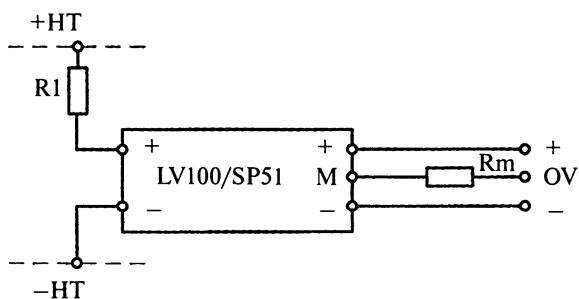


Рис. 165. Датчик-трансформатор напряжения LV100/SP51

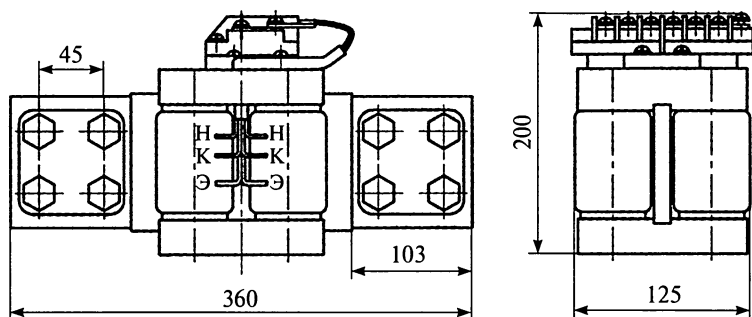


Схема электрическая соединений

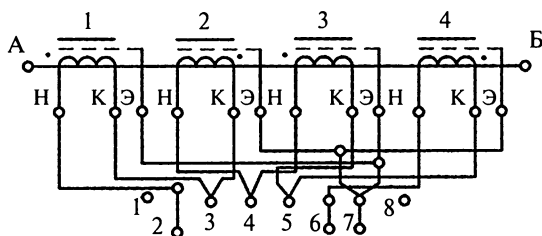


Рис. 166. Датчик угла коммутации ДУК-4-01

5.21. Дополнительная аппаратура

Дроссель помехоподавления ДП-011. Предназначен для снижения уровня радиопомех, возникающих при нарушении контакта между токоприемником и контактным проводом.

Технические данные

Номинальное напряжение изоляции, кВ	25
Номинальный ток продолжительного режима при скорости охлаждающего воздуха не менее 25 км/ч, А.....	650
Пусковой ток при скорости набегающего потока охлаждающего воздуха не более 10 км/ч, А.....	300
Индуктивность, МкГн.....	250
Охлаждение.....	воздушное
Электрическое сопротивление катушки постоянному току при 20 °С, Ом.....	0,0061
Масса, кг.....	38

Устройство и работа. Дроссель (рис. 167) состоит из катушки 1, закрепленной на фарфоровом изоляторе 3 с помощью основания 2 из гетинакса, окрашенного электроизоляционной эмалью.

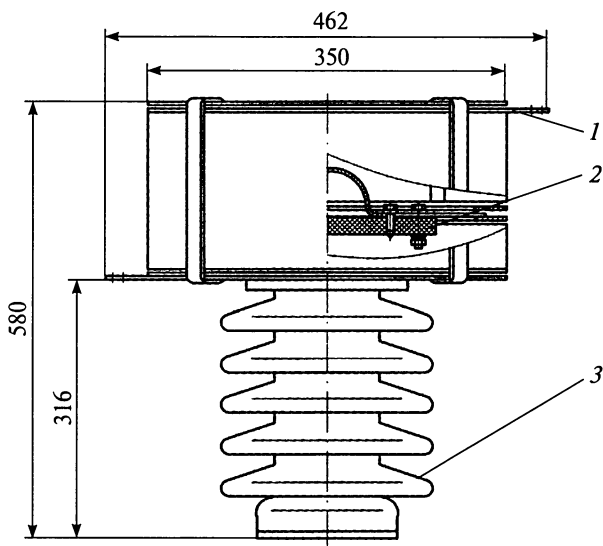


Рис. 167. Дроссель помехоподавления ДП-011

Катушка намотана из алюминиевой шины сечением $(4 \times 40) \text{ мм}^2$ на ребро с зазорами между витками, которые обеспечиваются электронитовыми прокладками.

Катушка закрепляется на основании при помощи пластин, вмонтированных между витками, и затем забандажированных вместе с электронитовыми прокладками. Катушка пропитывается в электроизоляционном лаке вакуумно-нагнетательным способом с последующей выпечкой.

Основание на изоляторе закрепляется при помощи колец, фланцами и резинового уплотнения.

Индуктивный шунт ИШ-95. Предназначен для уменьшения бросков тока и улучшения коммутации тяговых двигателей при переходных процессах с ослаблением возбуждения в режиме тяги.

Технические данные

Номинальное напряжение изоляции, В	2000
Номинальный ток, А	520
Индуктивность при токе до 100 А, не менее, мГн	2,2
Индуктивность при токе 520 А, не менее, мГн	1,5
Охлаждение.....	воздушное, принудительное
Количество охлаждающего воздуха, м ³ /мин	20
Электрическое сопротивление катушки постоянному току при 20 °С, Ом	0,0051
Масса, кг.....	111

Устройство и работа. Индуктивный шунт (рис. 168) состоит из катушки 2, магнитопровода 1, двух гетинаксовых боковин 5, трех стягивающих шпилек 3 и установочных уголков 4. Магнитопровод шихтован из пластин электротехнической стали марки 2212 толщиной 0,5 мм изолирован стеклопластом.

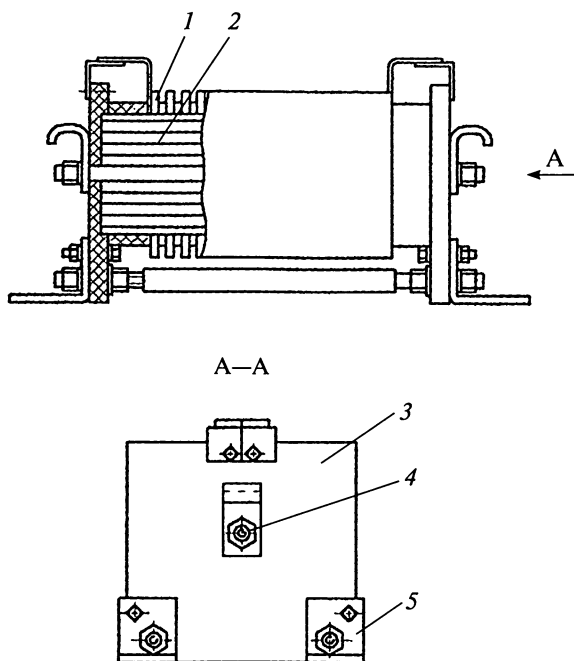


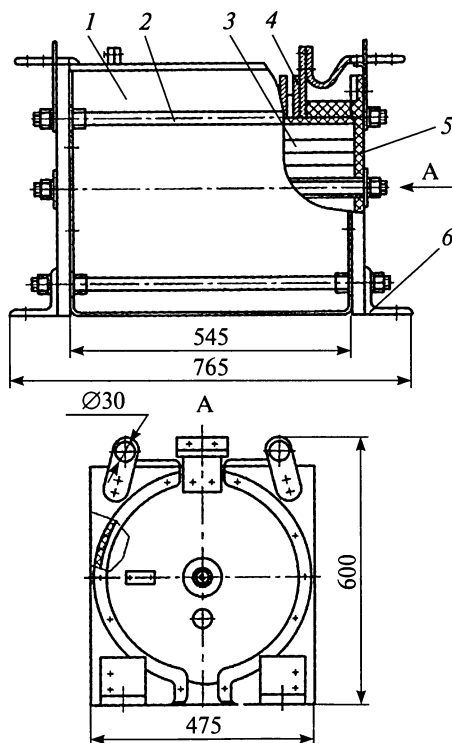
Рис. 168. Индуктивный шунт ИШ-95

Катушка намотана на ребро с зазором из медной шины сечением $(3 \times 35) \text{ мм}^2$. Междувитковая изоляция выполнена из электронита. Катушку вместе с магнитопроводом опрессовывают в осевом направлении и пропитывают в электроизоляционном лаке вакуумно-нагнетательным способом с последующей выпечкой.

Реактор сглаживающий РС-19. Предназначен для сглаживания пульсаций выпрямленного тока в цепи одного тягового двигателя.

Технические данные

Номинальное напряжение изоляции, В	1400
Ток продолжительного режима, А.....	810
Ток часовой, А	870
Начальная индуктивность, не менее, мГн.....	11,7
Индуктивность при подмагничивании током 810 А, не менее, мГн	8,2
Охлаждение.....	воздушное, принудительное
Масса, кг.....	443



Устройство и работа. Реактор (рис. 169) состоит из катушки 4, магнитопровода 3, двух гетинаксовых боковин 6, двух стеклопластовых кожухов 1, пяти стягивающих шпилек 2 и установочных уголков 5. Обмотка катушки выполнена из медной ленты $(1,95 \times 65) \text{ мм}$, намотанной на ребро с зазорами между витками. Междувитковая изоляция — электронит.

Магнитопровод состоит из пластин электротехнической стали толщиной 0,5 мм, шихтовка радиальная, изолирован от катушки стеклопластом.

Катушку вместе с магнитопроводом опрессовывают в

Рис. 169. Реактор сглаживающий РС-19

осевом направлении и пропитывают в электроизоляционном лаке. Для улучшения охлаждения нижней части реактора в конструкции использовано переменное сечение воздушного канала между кожухом и катушкой.

Фильтр Ф-6. Предназначен для подавления помех радиоприему и включен в цепь первичной обмотки тягового трансформатора.

Технические данные

Номинальный ток, А	320
Индуктивность не менее, мГн	$7,5 \pm 0,5$
Емкость, пФ	700 ± 50
Частота настройки контура, мГц	2,13
Масса, кг	4,6

Устройство и работа. Фильтр (рис. 170) состоит из катушки индуктивности 3, конденсаторов постоянной емкости 2, установленных на гетинаксовом основании 1. Катушка выполнена из медной ленты $2,63 \times 28$ мм. Междувитковая изоляция — электронит.

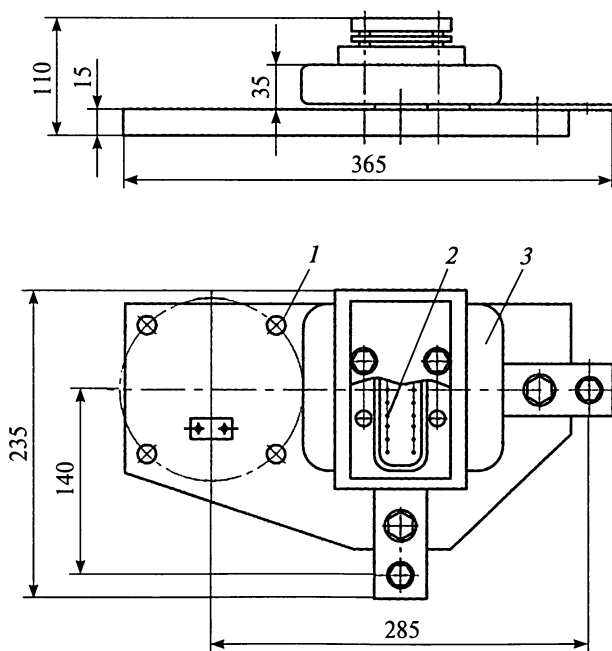


Рис. 170. Фильтр Ф-6

Катушка пропитана в изоляционном компаунде. Конденсаторы постоянной емкости типа КВИ. Фильтр устанавливается на изоляторе, рассчитанном на напряжение 25 кВ.

Блок балластных резисторов ББР-64. Предназначен для обеспечения устойчивой работы системы рекуперативного торможения электровоза.

Технические данные

Сопротивление секций постоянному току при 20 °С, Ом:

1-2; 5-6; 9-10; 13-14 0,0715±0,0036

1-3; 5-7; 9-11; 13-15 0,1144±0,0057

1-4; 5-8; 9-12; 13-16 0,143±0,007

Номинальный ток, А 1000

Номинальное напряжение изоляции, В 2000

Охлаждение..... принудительное

Расход охлаждающего воздуха на входе в блок

не менее, м³/с (м³/мин) 4,17 (250)

Превышение температуры охлаждающего воздуха на выходе

из блока не более, °С..... 125

Масса, кг.....2678

Устройство и работа. Блок балластных резисторов (рис. 171) представляет собой жесткий металлический каркас 6, в котором пакетами на изолированные шпильки 5 набраны ленточные резисторы 8, рамки которых образуют канал для прохода охлаждающего потока воздуха. Со стороны выводов 3 каркас закрыт изоляционной стенкой 4. Выводы прикреплены к изоляционной стенке болтами и уплотнены шайбами 2 от утечек горячего воздуха внутрь кузова. В нижней части блока имеется входное окно, с помощью которого через патрубок подается поток охлаждающего воздуха от вентилятора к блоку. Блоки должны эксплуатироваться только с принудительным охлаждением. Изоляция между выводами резистора и каркасом блока обеспечивается фарфоровыми изоляторами 7 и изолированными стяжками шпильками. Изоляция между каркасом блока и корпусом электровоза обеспечивается изолирующей рамкой 1.

Резистор (рис. 172) выполнен в виде самостоятельного узла. Рамка резистора образована металлическими желобами 5 и боковинами 3. Керамические изоляторы 1, обеспечивающие шаг по виткам и удерживающие ленту резистора в рамке, установлены между желобами. Элемент резистивный 4 выполнен из ленты с высоким электричес-

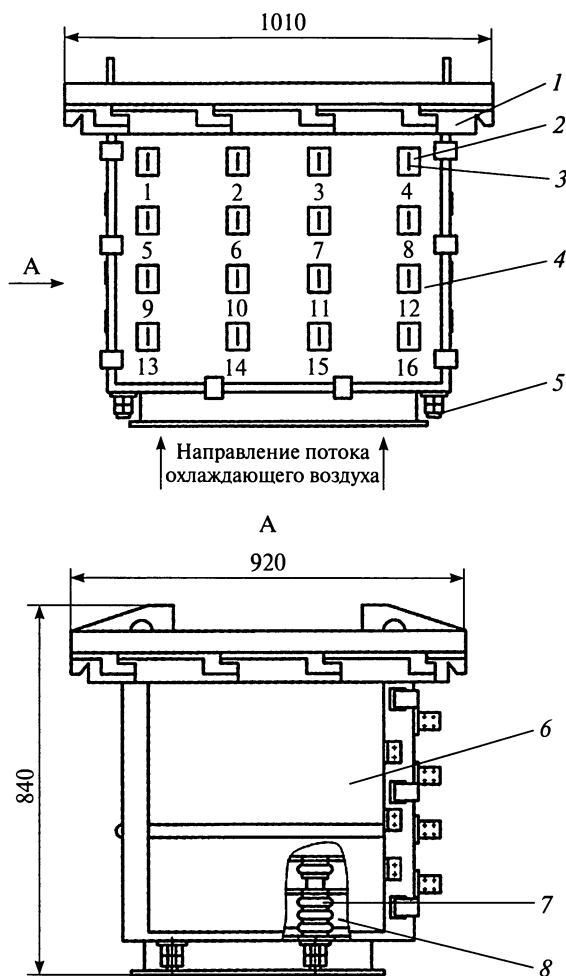


Рис. 171. Блок балластных резисторов ББР-64

ким сопротивлением, изогнутой зигзагообразно. На прямолинейных участках ленты выполнены продольные зиги корытообразной формы. В местах перегибов ленты прикреплены держатели 2, которые свободно установлены в пазах изоляторов, обеспечивая температурную компенсацию удлинения витков при нагреве.

Схема электрическая соединений приведена на рис. 173.

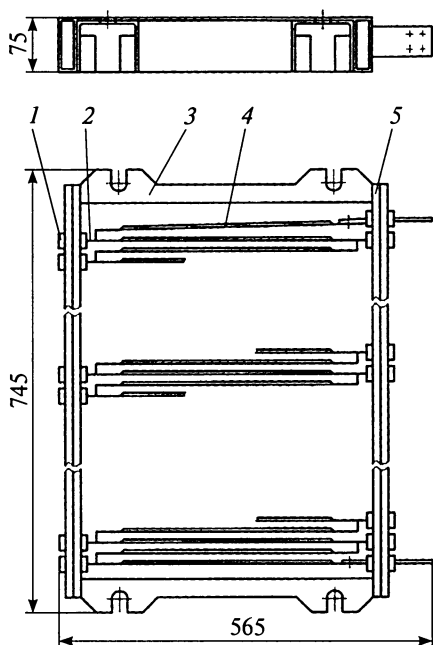


Рис. 172. Резистор ленточный

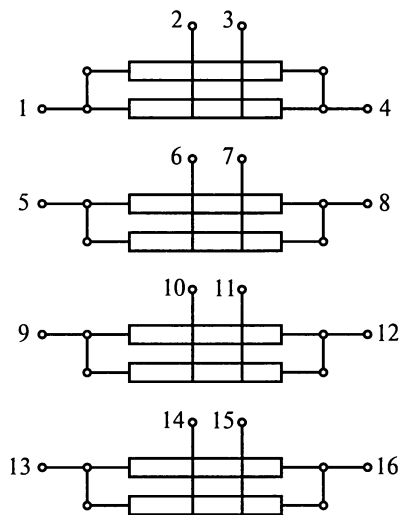


Рис. 173. Схема электрическая соединений ББР-64

Резисторы ослабления возбуждения РОВ-21. Предназначены для шунтирования обмотки возбуждения тягового двигателя с целью снижения в ней пульсаций тока (постоянная секция) и увеличения скорости вращения двигателя.

Технические данные

Сопротивление секций при номинальном токе, Ом

P0-P3	0,294±0,0147
P3-P2	0,0039±0,0002
P2-P1	0,017±0,00085
P2-P4	0,058±0,0029

Номинальный ток секций, А

P0-P3	210
P3-P2	550
P2-P1	325
P2-P4	220

Номинальное напряжение изоляции, В2000

Охлаждение..... воздушное естественное

Масса, кг..... 31,23

Устройство и работа. Резистор ослабления возбуждения (рис. 174) представляет собой блок из двух ленточных резисторов рамочного типа 1, установленных на изоляторах 2. Ленточный резистор выполнен в виде самостоятельного узла, состоящего из двух металлических боковин 5, стянутых через изоляторы 3 шпильками и ленты резистора (активной части). Изоляторы обеспечивают шаг по виткам и через держатели 4 удерживают ленту резистора в рамочном каркасе. Активная часть ленточного резистора 6 изготовлена из ленты высокого омического сопротивления, изогнутой зигзагообразно. На прямолинейных участках ленты выполнены два продольных зига, придающих жесткость каждому витку и улучшающие теплообмен путем повышения турбулизации потока охлаждающего воздуха. В местах П-образных перегибов ленты с помощью хвостовиков укреплены стальные держатели, свободно установленные

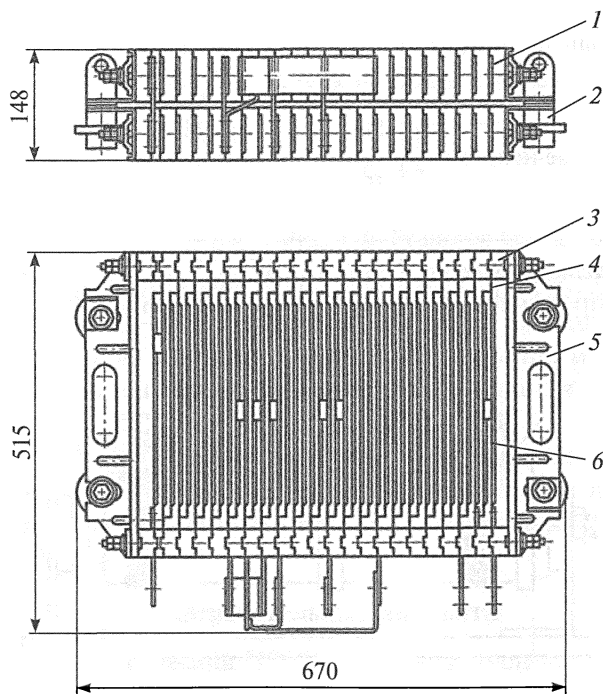


Рис. 174. Резисторы ослабления возбуждения РОВО-21

в пазах изоляторов для температурной компенсации удлинения витков ленты.

Резисторы БС-523, БС-478 и панель резисторов ПР-013. Резисторы БС-523, БС-478 служат добавочными сопротивлениями к лампе прожектора в различных режимах работы. Панель резисторов ПР-013 служит для ограничения тока в цепи катушки отключения электромагнита главного выключателя. Технические характеристики приведены ниже.

Технические данные

Параметры	БС-478	БС-523	ПР-013
Сопротивление ступеней, Ом			
1—3	—	$2,25 \pm 0,225$	—
2—3	$2,4 \pm 0,24$	$0,6 \pm 0,06$	—
1—2	—	—	$5,8 \pm 0,58$
3—4	—	—	$5,8 \pm 0,58$
Номинальный ток ступеней, А			
1—3	—	9	—
2—3	11	11	—
Номинальное напряжение, В	75	50	—
Масса, кг	2	2	3,33

Устройство и работа. Резистор БС-523 (рис. 175) состоит из элемента сопротивления 5 типа СР с выводами 1, установленного на

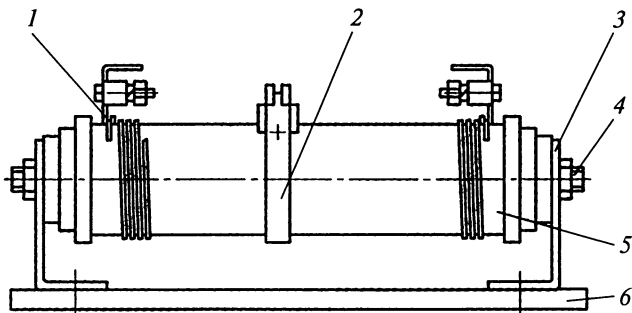


Рис. 175. Балластные резисторы БС-478, БС-523, ПР-013

изоляционной панели 6 с помощью держателей 3 и шпильки 4. Элемент снабжен подвижным хомутом 2, позволяющим регулировать величину сопротивления. На резисторе БС-478 хомут отсутствует. На панели ПР-013 устанавливаются для элемента сопротивления типа СР.

Резистор балластный БР-114. Предназначен для регулирования тока в цепи осветительных ламп.

Технические данные

Сопротивление постоянному току при 20 °С, Ом 0—22
 Максимальный ток, А 1,2
 Номинальная мощность, Вт 50
 Номинальное напряжение изоляции, В 110
 Охлаждение естественное
 Масса, кг 0,5

Схема электрическая соединений БР-114

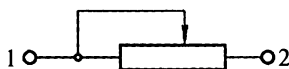


Рис. 176. Резистор балластный БР-114

Устройство и работа. Резистор балластный (рис. 176) состоит из резистора 3 типа ППБ-50 Г13, который установлен на изоляционной панели 2, с помощью которой он крепится на пульте машиниста. Изменение величины сопротивления осуществляется поворотом ручки 1.

Резистор ППБ-50 проволочного типа, в котором на тороидальном керамическом изоляторе намотана проволока высокого омического сопротивления. Подвижный контакт установлен на оси и подпружинен.

5.22. Нагревательные аппараты

Нагреватель электрический НЭ-28. Предназначен для подогрева воды в баке умывальника.

Технические данные

Сопротивление, Ом	69±6,9
Номинальное напряжение, В.....	220
Номинальная мощность, Вт.....	700
Масса, кг.....	0,84

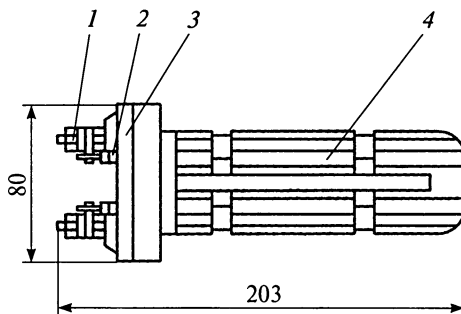


Рис. 177. Нагреватель электрический
НЭ-28

Устройство и работа.

Трубчатый электронагреватель типа ТЭН (рис. 177) U-образной формы 2 залит алюминиевым сплавом в виде оребренного цилиндра 4 с фланцем. На фланцевой части отливки размещен изолятор 3 с контактными зажимами 1. Нагреватель допускает длительную работу только в водной среде.

Калориферы КЛ-39, КЛ-40. Предназначены для отопления и создания циркуляции воздуха в кабине машиниста.

Технические данные

Род тока	переменный
Частота	50 Гц
Мощность нагревателя секций 3-4, 4-5 при номинальном напряжении, Вт.....	2250
Номинальное напряжение цепи, В:	
электронагревателей	380
электроventиллятора.....	220
термозащитных реле	110
Превышение температуры воздуха на выходе из калорифера при наибольшей мощности, °С, не более.....	45
Температура срабатывания термозащитного реле РТЗ-32, °С	183—205
Номинальная мощность потребляемая электроventиллятором, Вт	25
Масса, кг.....	18,6

Устройство и работа. Калорифер КЛ-39 (рис. 178) состоит из блока электронагревателя и электроventиллятора 1, установленных в металлическом кожухе 6. Выводы электронагревателей закрыты крышкой 5, выводы термозащитных реле 3 — крышкой 4, а клеммной рейки — крышкой 2.

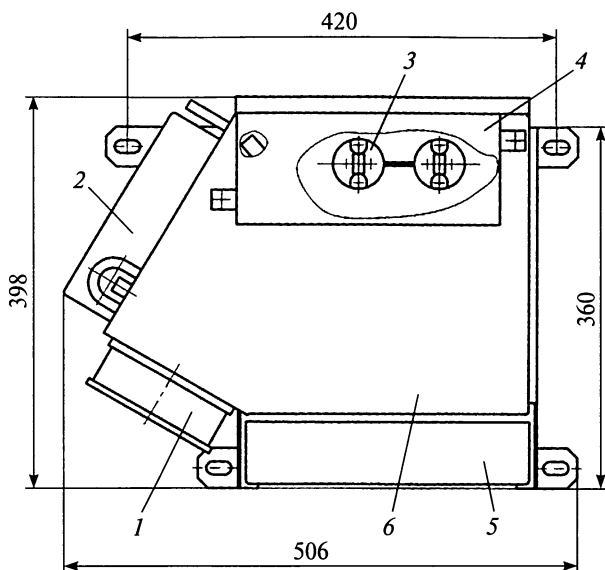


Рис. 178. Калорифер КЛ-39

Блок электронагревателей состоит из металлического основания с закрепленными на нем с помощью хомутов U-образных трубчатых электронагревателей типа ТЭН. Электровентилятор осевого типа работает совместно с блоком фазосдвигающих конденсаторов. Забор воздуха — со стороны вентилятора. Со стороны выхода подогретого воздуха калорифер закрыт решеткой. От перегревов в аварийных режимах нагреватель защищен двумя термозащитными реле типа РТЗ-32.

Калорифер КЛ-40 имеет те же параметры, что и КЛ-39, а конструктивно является его зеркальным отображением.

Схема электрическая соединений приведена на рис. 179.

Печь электрическая ПЭ-22. Предназначена для обогрева кабины машиниста.

Технические данные

Мощность при номинальном напряжении, Вт.....	1038
Номинальное напряжение, В.....	100
Масса, кг.....	5,9

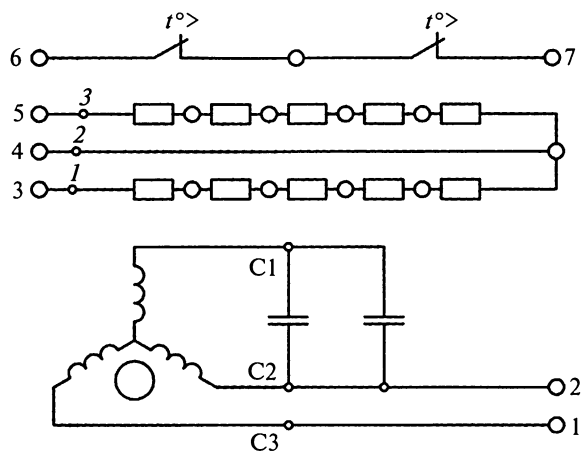


Рис. 179. Схема электрическая соединений КЛ-39

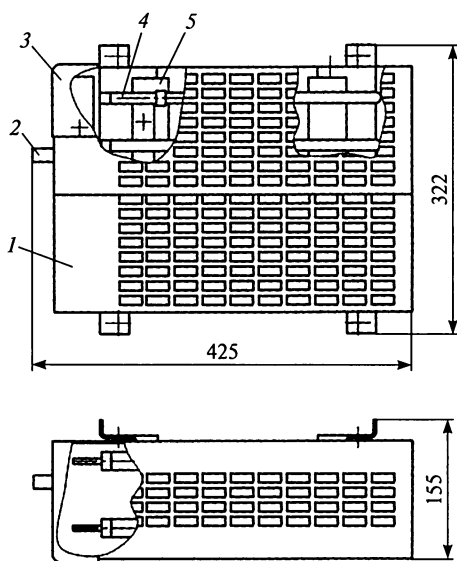


Рис. 180. Печь электрическая ПЭ-22

Устройство и работа.

Печь электрическая ПЭ-22 (рис. 180) состоит из шести электронагревателей 4 типа ТЭН, который через керамические изоляторы непосредственно крепятся к желобу 5 и все это закрывается кожухом 1. На наружной части кожуха имеется бобышка заземления 2. Электрические выводы электронагревателя закрыты крышкой 3.

Печь устанавливается горизонтально под пультом машиниста и закрыта деревянной решеткой, защищающей от случайного прикосновения к нагретому кожуху.

Печь электрическая ПЭ-26. Предназначена для обогрева кабины машиниста.

Технические данные

Мощность при номинальном напряжении, Вт	990
Номинальное напряжение, В	100
Масса, кг	9,5

Устройство и работа. Печь электрическая ПЭ-26 (рис. 181) состоит из трех электронагревателей 2 типа ТЭН, соединенных параллельно. Электронагреватели крепятся скобами 4 к уголку 3, который через керамические изоляторы 8 непосредственно крепятся к желобу 5 и все это закрывается кожухом 1. На наружной части кожуха имеется бобышка заземления 6. Электрические выводы электронагревателя закрыты крышкой 7.

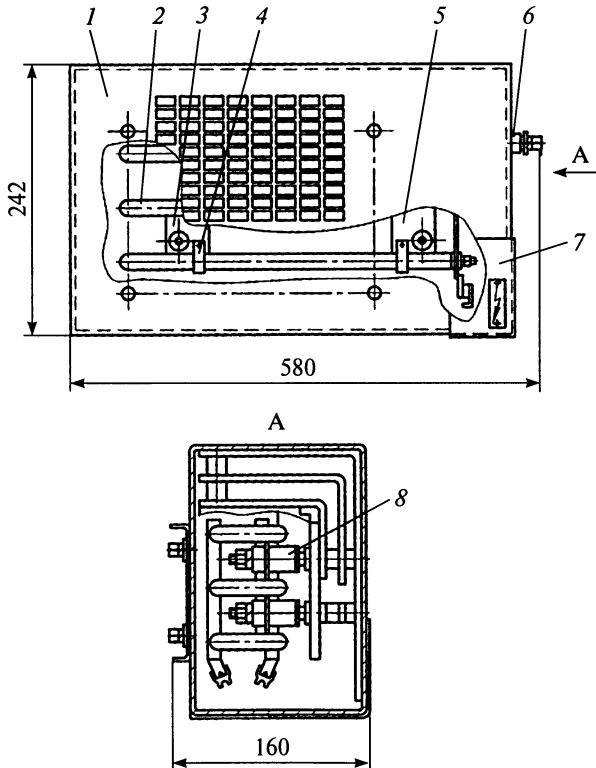


Рис. 181. Печь электрическая ПЭ-26

Электроплитка вагонная ЭПЧ1-0,8. Предназначена для приготовления и подогрева пищи.

Технические данные

Номинальное напряжение, В.....	135
Род тока	постоянный
Номинальная потребляемая мощность, Вт	800
Количество электроконфорок, шт.....	1
Условный диаметр электроконфорки, мм	180
Время разогрева электроконфорки до рабочей температуры, мин.....	15
Масса, кг.....	4,5

Устройство и работа. Электроплитка (рис. 182) состоит из корпуса и конфорки. Корпус электроплитки выполнен из нержавеющей стали и представляет собой прямоугольную разборную коробку, состоящую из крышки, обечайки и дна. На крышке корпуса электроплитки имеется круглое отверстие с отбортовкой для размещения в нем конфорки, а также установлено ограждение, служащее для предотвращения падения посуды и одновременно обеспечивающее крепление крышки с обечайкой корпуса электроплитки.

Дно корпуса оснащено четырьмя ножками и винтами для установки и крепления электроплитки на горизонтальной поверхности, а также подвижными планками с винтами для крепления дна с обечайкой корпуса электроплитки.

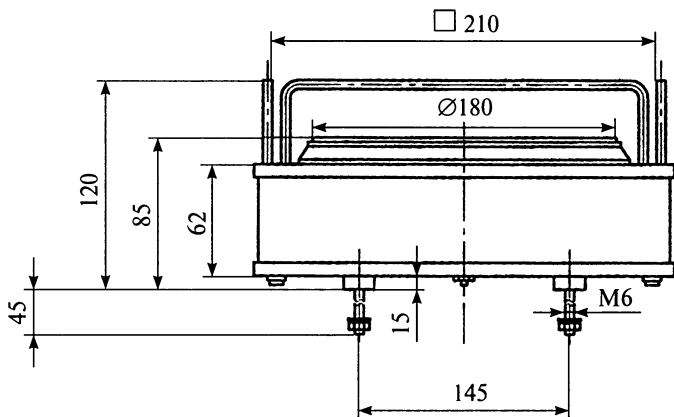


Рис. 182. Электроплитка вагонная ЭПЧ1-0,8 ЛАРЖ.681911.010ТУ

5.23. Ограничители перенапряжений

Ограничитель перенапряжений ОПН-25М УХЛ1. Ограничитель перенапряжений нелинейный предназначен для защиты электрооборудования электровоза от атмосферных и коммутационных перенапряжений.

Технические данные

Номинальное напряжение, кВ.....	25
Наибольшее рабочее напряжение, кВ (действ.).....	29
Остающееся напряжение во всем диапазоне рабочих температур и в течении всего срока службы при импульсном токе с длительностью фронта волны 8 мкс и амплитудой:	
1000 А, кВ, не более	76
5000 А, кВ, не более	85

Устройство и работа. Ограничитель (рис. 183) представляет собой защитный аппарат, содержащий оксидно-цинковый высоконелинейные резисторы, заключенные в герметизированную покрывку. 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 перенапряжения снижается до уровня безопасного для изоляции защитного оборудования.

Ограничитель снабжен предохранительным устройством, обеспечивающим взрывобезопасность аппарата.

Ограничители перенапряжения ОПН-1,28 УХЛ2, ОПН-0,4 УХЛ2. Предназначены для защиты электрооборудования от перенапряжений. ОПН-1,28 УХЛ2 подключен к тяговой обмотке тягового трансформатора, ОПН-0,4 УХЛ2 подключен к обмотке собственных нужд. Технические характеристики приведены ниже.

Технические данные

Наименование параметров	Норма для ограничителя типа	
	ОПН-1,28 УХЛ2	ОПН-0,4 УХЛ2
Номинальное напряжение, кВ	1,28	0,4
Наибольшее рабочее напряжение, кВ (действ.)	1,56	0,5
Остающееся напряжение при импульсном токе с длительностью фронта волны 125 мкс и длительностью волны 250 мкс с амплитудой 1000 А, кВ, не более	3,6	1,5

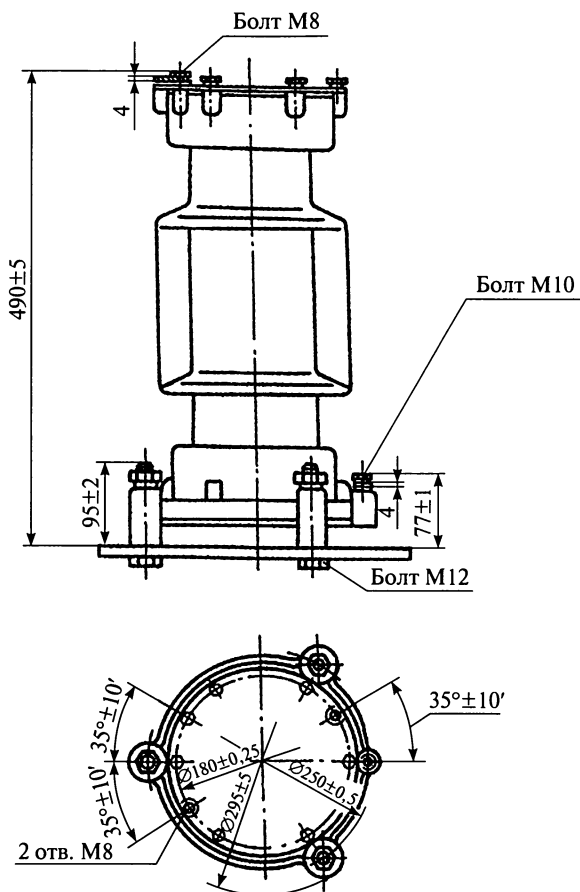
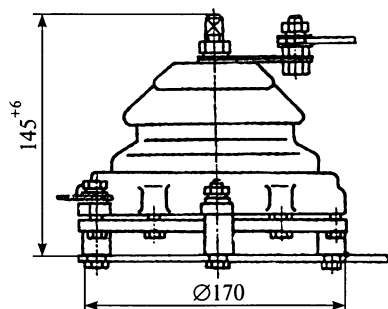


Рис. 183. Ограничитель перенапряжения ОПН-25М УХЛ1



Устройство и работа. Ограничитель (рис. 184) представляет собой защитный аппарат с параллельно включенными высоконелинейными резисторами,

Рис. 184. Ограничитель перенапряжений ОПН-1,28 УХЛ12, ОПН-0,4 УХЛ12

заключенными в герметизированные покрывки. Защитное действие ограничителя обусловлено тем, что при появлении опасного для оборудования перенапряжения, вследствие высокой нелинейности резисторов через ограничитель протекает значительный ток, в результате чего величина перенапряжения снижается до уровня, безопасного для изоляции защищаемого электрооборудования.

5.24. Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея предназначена для питания цепей управления и освещения электровоза при неработающем шкафу питания.

Технические данные

Номинальная емкость, А·ч.....	125
Номинальное напряжение, В.....	50

Устройство и работа. Аккумуляторная батарея состоит из 42 щелочных никель-кадмиевых аккумуляторов KL-125P, установленных в двух металлических ящиках 2 (рис. 185). В каждом ящике на тележке 6 установлен 21 аккумулятор 14. На дне тележки уложены прокладки 8 из щелочестойкой резины. В дне тележки и ящика имеются отверстия для стока электролита наружу. При обслуживании батареи тележка выкатывается на открытую до горизонтального положения крышку 11. Крышка в нижней части крепится к ящику петлями 1 и удерживается в горизонтальном положении тросами 7, которые

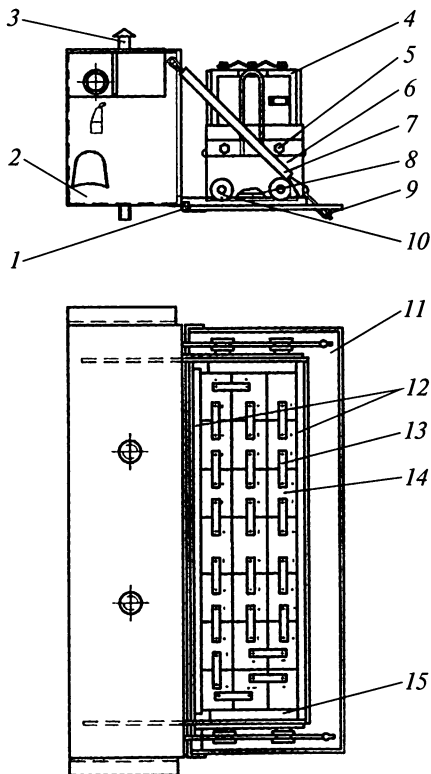


Рис. 185. Аккумуляторная батарея 21 KL-125P

по длине регулируются болтами 9. В закрытом положении крышка запирается вверху двумя замками, сбоку двумя откидными замками. Для отвода газов вверху ящика вварены две трубки с грибками 3. Для забора вентилирующего воздуха на торцевых стенках ящика предусмотрены отверстия.

В зимнее время, во избежание попадания снега в батарею, отверстия закрываются крышками на резьбе изнутри ящика. Тележка и внутренняя поверхность ящика окрашены щелочестойкой эмалью. Каждый аккумулятор находится в индивидуальном пластмассовом баке 4. Между рядами аккумуляторов и стенками тележки установлены гетинаксовые листы 12. Аккумуляторы плотно установлены в ящик. В продольном направлении плотность прилегания аккумуляторов друг к другу обеспечивается болтами 5 через нажимные гетинаксовые литы 15, в поперечном направлении — установкой гетинаксовых листов 12. Аккумуляторы соединены между собой последовательно медными никелированными перемычками 13. Выводы аккумуляторов, перемычки и подшипники колес 10 покрываются защитной смазкой.

Особенности работы аккумуляторной батареи на электровозе. Аккумуляторная батарея устанавливается на электровоз полностью заряженной, готовой к эксплуатации. Для поддержания в заряженном состоянии предусмотрен постоянный подзаряд ее от выпрямителя V1—V5 через реактор L2, трансформатор тока T2 и тиристор V7 шкафа питания A25 (рис. 186).

Ток подзаряда зависит от степени заряда батареи, но не превышает 31 А (ср. значение). По мере подзаряда напряжение на батарее растет и после достижения определенной величины поддерживается на этом уровне.

В связи с тем, что при низких температурах внутреннее сопротивление батареи велико и для ее подзаряда требуется повышенное напряжение, предусмотрено автоматическое изменение уровня ограничения напряжения на батарее в зависимости от температуры.

Регулировка уставок ограничения тока и напряжения батареи при подзаряде осуществляется с помощью резисторов R9 и R14 шкафа питания соответственно. Уставки обеспечиваются регулятором РН.

При исчезновении напряжения на выходе выпрямителя шкафа питания аккумуляторная батарея переводится в режим заряда

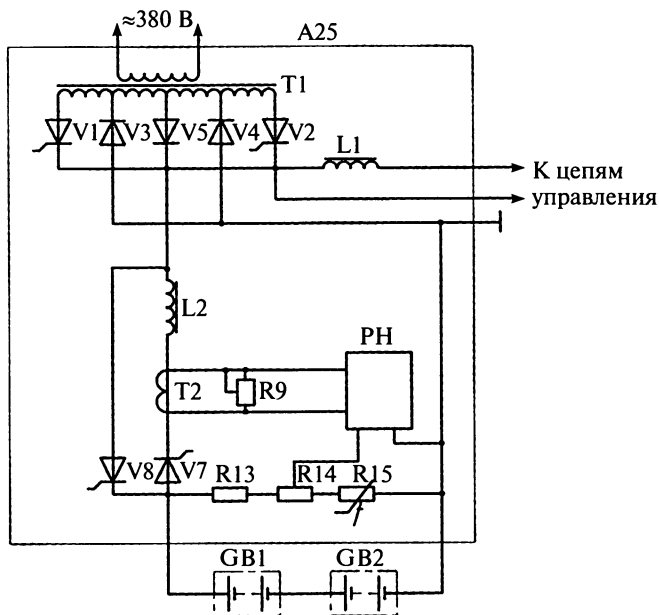


Рис. 186. Упрощенная схема подзаряда аккумуляторной батареи 21 KL-215P

тиристором V8, подключающим цепи управления электровоза к батарее.

Н аккумуляторную батарею составляется формуляр, отправляемый с электровозом, в котором должны находиться отражение всей работы, проводимой с батареями.

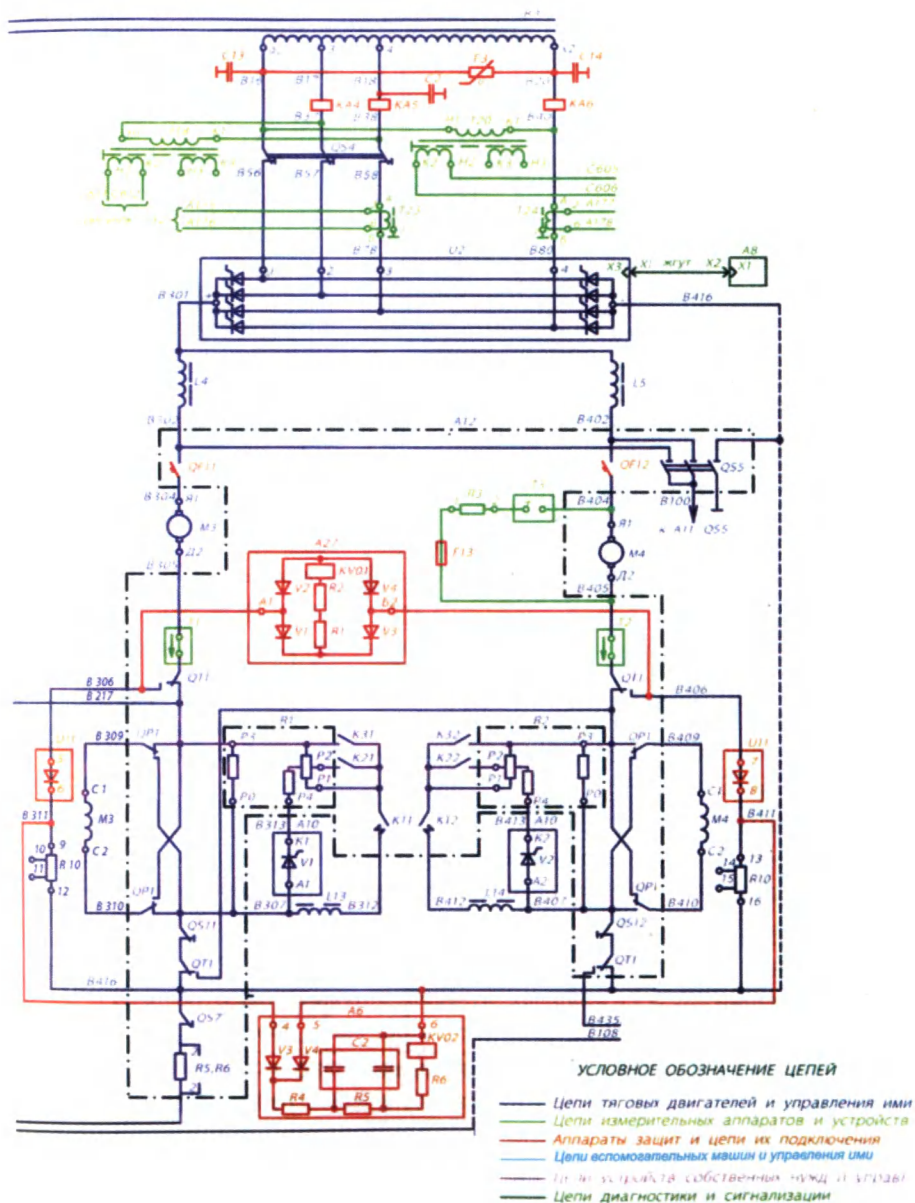
6. Схема силовых цепей

Схема силовых цепей головной (хвостовой) секции приведена на рис. 187, бустерной секции — на рис. 188.

6.1. Цепи первичные обмотки тягового трансформатора

Подключение электровоза к контактной сети осуществляется токоприемником ХА1, установленным на каждой головной (хвостовой) секции. Понижение напряжения с 25 кВ до величины, необходимой для питания тяговых двигателей, вспомогательных машин и устройств каждой секции, осуществляется тяговым трансформатором

Рис. 187. Схемы силовых цепей головной (хвостовой) секции



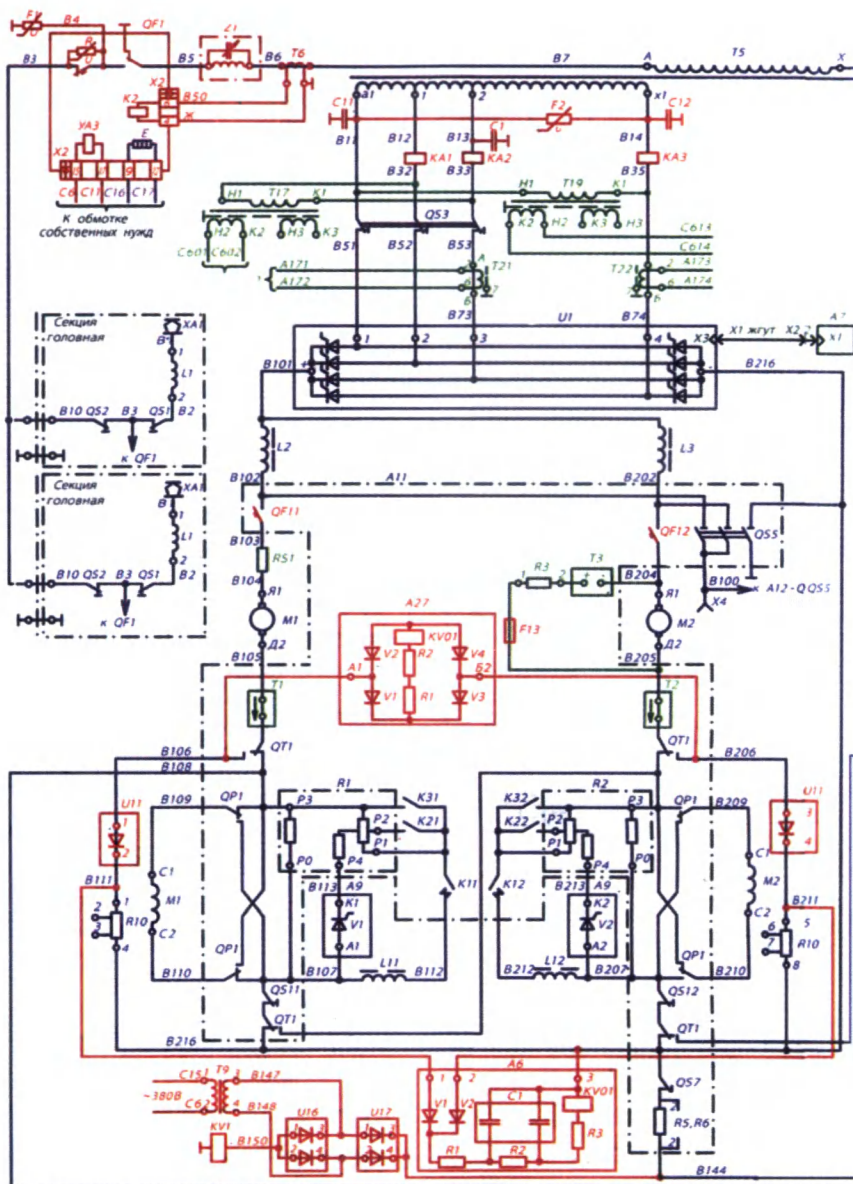
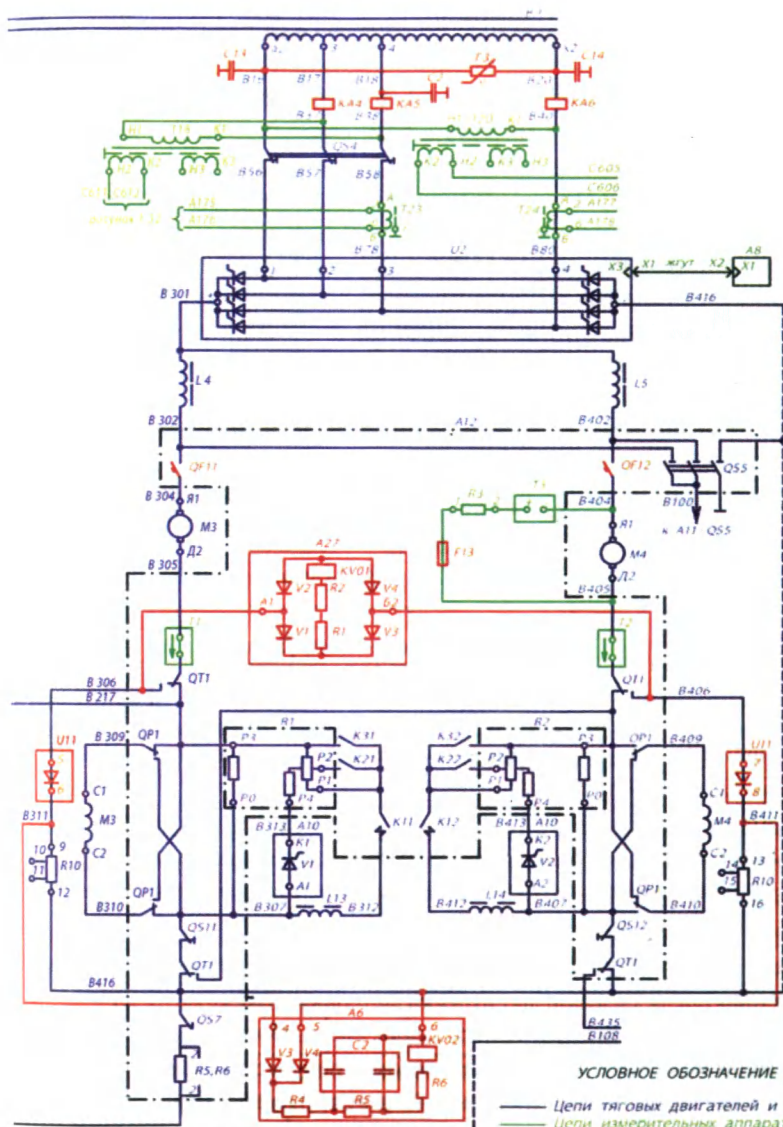


Рис. 188. Схемы силовых цепей бустерной секции



Т5, первичная обмотка которого подключена к токоприемникам через дроссель помехоподавления L1, высоковольтный разъединитель QS1 и через высоковольтный разъединитель QS2 при питании от другой головной (хвостовой) секции главный выключатель QF1, фильтр Z1 и трансформатор тока Т6 каждой секции. Первичная обмотка тягового трансформатора соединена через трансформатор Т7 с кузовом секции.

Дроссель L1 и фильтр Z1 головной (хвостовой) секции предназначены для снижения уровня радиопомех, создаваемых при работе электровоза, разъединители QS1, QS2 — для отключения неисправного токоприемника, соответственно, неисправной головной (хвостовой) секции.

Рукоятки разъединителей выведены внутрь высоковольтной камеры.

Главный выключатель QF1 каждой секции предназначен для оперативных и аварийных отключений тягового трансформатора Т5. После отключения первичная обмотка трансформатора автоматически закорачивается на корпус разъединителем главного выключателя с целью обеспечения безопасности при входе в высоковольтную камеру.

Трансформатор тока Т6 каждой секции служит источником тока для реле К2, являющего составной частью главного выключателя QF1. При коротких замыканиях и токовых перегрузках ток в цепи катушки реле достигает величины, равной величине уставки реле. Реле К2 включается и размыкает цепь катушки удерживающего электромагнита главного выключателя.

Трансформатор тока Т7 каждой секции выполняет функции датчика тока для счетчика электроэнергии РЈ1, который предназначен для учета потребляемой и рекуперированной электроэнергии.

Для защиты от атмосферных и коммутационных перенапряжений в контактной сети на каждой секции предусмотрен ограничитель перенапряжений F1.

Напряжение контактной сети измеряется вольтметром PV1, установленным в кабине машиниста головной (хвостовой) секции и подключенным к вторичной обмотке трансформатора Т12 (на бустерной секции вольтметр не устанавливается). К вторичной обмотке Т12 каждой секции через панель питания U21 подключены также вентиль защиты У1 и счетчик электроэнергии РЈ1. Для снижения

уровня перенапряжений параллельно вторичной обмотки трансформатора Т12 подключены конденсаторы С1, С2 и последовательно соединенные с ними резисторы R1, R2, установленные на панели питания U21.

При работе двухсекционного электровоза и третьей секции по СМЕ для сохранения работоспособности третьей секции при неисправном токоприемнике предусмотрено соединение между собой токоприемников электровоза и третьей секции.

При работе двух двухсекционных электровозов по СМЕ соединение токоприемников одного электровоза с токоприемниками другого электровоза не предусматривается.

Работа по СМЕ трексекционных электровозов с бустерной секцией не предусматривается.

6.2. Цепи вторичных обмоток тягового трансформатора и тяговых двигателей в режиме тяги

Напряжение на тяговые двигатели М1—М4 головной (хвостовой), так и бустерной секций подается от вторичных тяговых обмоток тягового трансформатора Т5 через выпрямительно-инверторные преобразователи (ВИП) U1, U2. Напряжение секций а1 — 1, 1 — 2, а2 — 3, 3 — 4 вторичных тяговых обмоток при холостом ходе трансформатора составляет 315 В, напряжение секций 2 — х1, 4 — х2 составляет 630 В.

Для снижения уровня атмосферных и коммутационных перенапряжений в цепях тяговых обмоток предусмотрены ограничители перенапряжений F2, F3.

Для снижения потенциала относительно корпуса при атмосферных перенапряжениях и снижения уровня радиопомех тяговые обмотки соединены с корпусом электровоза, соответственно, через панели конденсаторов С1, С2 и конденсаторы С11—С14.

Защита тяговых обмоток трансформатора Т5 и ВИП U1, U2 от токов короткого замыкания осуществляется с помощью реле КА1—КА6, при срабатывании которых от обмотки собственных нужд трансформатора Т5 подается напряжение на катушку отключающего электромагнита главного выключателя QF1. ВИП U1, U2 при повреждении отключаются разъединителями QS3, QS4 с ручным проводом.

Защита тяговых двигателей от токов короткого замыкания осуществляется быстродействующими выключателями QF11, QF12 блоков A11, A12. Переключателем QP1 блоков A11, A12 обеспечивается изменение направления тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей для изменения направления движения электровоза.

Переключатель QT1 блоков A11, A12 предназначен для переключения электрической схемы электровоза из режима тяги в режим рекуперативного торможения и наоборот. Для снижения пульсации выпрямленного тока в цепях тяговых двигателей включены сглаживающие реакторы L2—L5.

Для уменьшения пульсации тока возбуждения и следовательно, магнитного потока возбуждения, обмотки возбуждения тяговых двигателей шунтированы резисторами ослабления возбуждения R1, R2 (выводы P0, P3) блоков A11, A12. Регулирование напряжения тяговых двигателей осуществляется путем изменения угла открытия тириستоров ВИП. Схемой предусмотрено четырехзонное плавное регулирование выпрямленного напряжения.

После полного открытия тириستоров плеч 1,2,7,8 (конец 4 зоны) ВИП дальнейшее увеличение скорости электровоза достигается ослаблением возбуждения тяговых двигателей путем шунтирования обмоток возбуждения резисторами R1, R2 (выводы P1—P3) блоков A11, A12 и соединенными с ними последовательно индуктивными шунтами L11—L14.

Предусмотрено три ступени ослабления возбуждения:

- первая ступень — 70 % (включены контакторы K11, K12);
- вторая ступень — 52 % (включены контакторы K11, K12, K21, K22);
- третья ступень — 43 % (включены контакторы K11, K12, K21, K22, K31, K32).

Это значит, что 70 %, 52 % и 43 % тока якоря проходит по обмотке возбуждения тягового двигателя.

Индуктивные шунты L11—L14 предназначены для снижения бросков тока и облегчения условий коммутации тяговых двигателей при колебаниях напряжения в контактной сети или его восстановления после кратковременного снятия. В случае необходимости, любой из тяговых двигателей может быть отключен соответствующим разъединителем QS11 или QS12 блоков A11, A12. При этом отключаются соответствующие быстродействующие выключатели QF11 или QF12 блоков A11, A12.

Питание тяговых двигателей от источника низкого напряжения (сеть депо) осуществляется через розетку Х4 и разъединители QS5 блоков А11, А12.

На головной (хвостовой) секции напряжение тяговых двигателей измеряется вольтметром PV2 ДВИГАТЕЛЬ (на бустерной секции не устанавливается). От коммутационных перенапряжений вольтметр PV2 защищен конденсатором С26.

Ток тяговых двигателей головной (хвостовой) секции измеряется амперметром РА1 ЯКОРЬ 1, подключенным к измерительному шунту RS1 (на бустерной секции амперметр РА1 не устанавливается). Амперметр РА1 предназначен для измерения тока первого тягового двигателя по ходу движения электровоза и обеспечения возможности контроля ВИП первой по ходу движения тележки. Амперметр РА1 установлен в кабине машиниста головной (хвостовой) секции.

В цепи якорей тяговых двигателей включены датчики тока Т1, Т2 блоков А11, А12, обеспечивающие совместно с блоком управления А55 контроль тока тяговых двигателей и обратную связь по току с системой управления ВИП.

В цепи якорей тяговых двигателей М2 и М4 включены датчики напряжения Т3 блоков А11, А12, обеспечивающие контроль напряжения на тяговых двигателях системой МСУД в режиме рекуперативного торможения.

Контроль замыкания на корпус цепей питания тяговых двигателей осуществляет реле заземления KV1. Реле имеет включающую и удерживающую катушку. К контролируемым цепям включающая катушка реле подключена через резисторы R5, R6 и разъединители QS7 блоков А11, А12.

Напряжение 50 В на удерживающую катушку реле KV1 подается от контроллера машиниста SM1 проводом Э2 через резистор R94 (рис. 221, 222). На включающую катушку реле напряжение подается (при замыкании на корпус) от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5 через понижающий трансформатор Т9. Разъединители QS7 блоков А11, А12 предназначены для обеспечения возможности отключения реле KV1 от замкнутой на корпус цепи (например, сглаживающего реактора L2 или ВИП) с целью сохранения работоспособности электровоза. В этом случае должен быть отключен соответствующий разъединитель QS3 или QS4.

При замыканиях на корпус реле KV1 включается, размыкает цепь питания катушки удерживающего электромагнита главного выключателя QF1 в соответствии с рис. 229,230

6.3. Регулировка напряжения на тяговых двигателях в режиме тяги

Для удобства рассмотрения принципов регулирования на рис. 189 приведена упрощенная силовая схема тягового привода, где цифрами 1—8 обозначены плечи ВИП, цифрами I—III секции тяговых обмоток трансформатора. При этом секция I соответствует секциям а1 — 1, а2 — 3 обмоток тягового трансформатора Т5, секция II — секциям 1—2, 3—4, секция III — секциям а2 — х1, 4 — х2.

Тиристоры ВИП открываются с помощью управляющих импульсов, вырабатываемых блоком управления А55. Алгоритм управления тиристорами приведен в табл. 6.1.

На первой зоне регулирования тяговые двигатели питаются от выпрямительных мостов, образуемых плечами 3—6, подключенными на выводы секции II обмотки трансформатора.

Тиристоры плеч 3, 5 открываются импульсами с постоянной фазой α_0 , соответствующей минимальному углу открытия, а тиристоры плеч 4, 6 — импульсами с регулируемой фазой α_p . Если в один из полупериодов нагрузку взяли тиристоры плеч 4, 5, то в следующий полупериод при открытии тириستоров плеча 3 в момент α_0 происходит коммутация тока с тириستоров плеча 5 на тиристоры плеча 3, а энергия цепи выпрямленного тока разряжается по нулевому контуру: тиристоры плеч 4, 3, сглаживающий реактор, тяговый двигатель. При угле открытия α_p тиристоров плеча 6 происходит

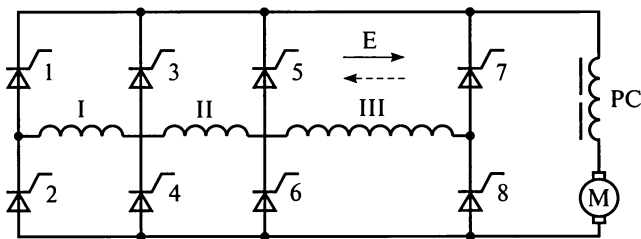


Рис. 189. Упрощенная силовая схема ВИП

Алгоритм управления тиристорами ВИП

Режим работы электровоза	Полярность полупериода	Номер плеч ВИП							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Тяговый	+				●	○ ●			
	—			○					
	+		●		▨	○			
	—	●		▨			○		
	+				●		▨	○	
	—			●		▨			○
	+		●		▨			○	
	—	●		▨					○
Торможение	+		○	●				○	
	—	○			●				○
	+				○	●		○	
	—			○			●		○
	+		○	●		○			
	—	○			●		○		
	+				○ ●	○ ●			
	—			○ ●			○ ●		

- — нерегулируемый по фазе; ($\alpha_0\beta$);
 ▨ — нерегулируемый, задержанный по фазе α_{03} ;
 ● — регулируемый по фазе (α_p).

коммутация тока с тириستоров плеча 4 на тиристоры плеча 6 и далее ток нагрузки проходит через тиристоры плеч 3, 6. В последующий полупериод при угле открытия α_0 тириستоров плеча 5 закрываются тиристоры плеча 3 и возникает нулевой контур разряда энергии по цепи: тиристоры плеч 6, 5, сглаживающий реактор. Таким образом, происходит чередование нулевых вентилей для различных полупериодов напряжения сети, что позволяет не усиливать по току плечи ВИП, работающие в первой зоне регулирования. Чем большую часть проводящего полупериода проходит ток через тиристоры, тем

больше среднее значение выпрямленного напряжения на тяговых двигателях.

Для реализации изложенных режимов работы ВИП в первой зоне необходимо на тиристоры плеча 5 в один и тот же полупериод напряжения сети подавать импульсы управления, регулируемые по фазе от π до α_0 и импульсы управления с фазой α_0 .

Это объясняется тем, что тиристоры плеч 3 и 5, на которые подается импульсы управления в начале полупериода (α_0), не удерживаются в открытом состоянии до прихода импульсов с фазой α_p на тиристоры плеч 4, 5. Поэтому подачей дополнительных импульсов на тиристоры плеча 5 будет создана цепь тока через тиристоры плеч 4, 5, что позволит запасти электромагнитную энергию в реакторе. В дальнейшем тиристоры плеча 5, получая импульсы управления с фазой α_0 будут удерживаться в открытом состоянии за счет разряда электромагнитной энергии реактора, и импульса с фазой α_p с тиристоров плеча 5 могут быть сняты. Во второй зоне плавным изменением фазы открытия тиристоров плеч 1, 2 осуществляется регулирование выпрямленного напряжения от $1/4 U_{\text{ном}}$ до $1/4 U_{\text{ном}}$.

Протекание тока в течение полупериода будет происходить следующим образом: в начале полупериода ток будет проходить от секции II обмотки трансформатора через тиристоры плеча 3, цепи тяговых двигателей, плечо 6. В момент открытия тиристоров плеча 1 происходит коммутация тока с тиристоров плеча 3 на тиристоры плеча 1. С этого момента тяговые двигатели питаются от секции I, II обмотки трансформатора.

Аналогично ток будет проходить и во второй полупериод, но в работе будут участвовать тиристоры плеч 2, 4 и 5. Для дальнейшего увеличения выпрямленного напряжения, при полностью открытых тиристорах плеч 1 и 2, нагрузка переводится с секции I, II на секцию III обмотки трансформатора.

Перевод осуществляется без потери тяги и бросков тока и происходит следующим образом.

Нагрузка с тиристоров плеч 1, 2, 5, 6 переводится на тиристоры 5, 6, 7, 8 без изменения тока якоря. Это достигается подачей на блок логики аппаратуры управления синхроимпульсов в момент времени $\omega t = \pi/2$. Если синхроимпульс поступает при полностью открытых тиристорах плеч 1, 6, то за время $\omega t = \pi/2 + \alpha_0$ должны быть выполнены логические операции, запрещающие подачу

импульсов управления в следующий полупериод на тиристоры плеч 2 и 5 и разрешающие открытие тиристоры 6, 7. Тогда под действием ЭДС всей вторичной обмотки трансформатора происходит коммутация тока с тиристоры плеча 1 на тиристоры плеча 7. Ток нагрузки проходит по цепи: тиристоры плеч 6, 7 секция III обмотки трансформатора. Тиристоры плеча 6 при таком переходе нагружены током в течение периода. Это происходит один раз, и дальше тиристоры плеч 6, 7 чередуются с 5, 8, находясь под током половину периода. Если же синхроимпульс поступает при открыты тиристорах плеч 2, 5, тогда тиристоры плеча 5 остаются в открытом состоянии еще на один полупериод, так как должны быть открыты тиристоры плеч 5 и 8 (см. табл. 6.1).

Дальнейшее повышение напряжения осуществляется путем подачи импульсов на открытие тиристоры плеч 5, 8 и 6, 7 с углом α_0 и плавным изменением угла открытия тиристоры плеч 3 и 4 от максимального значения до α_0 . При этом выпрямленное напряжение будет плавно изменяться от $1/2 U_{\text{ном}}$ до $3/4 U_{\text{ном}}$. Ток по тиристорам указанных плеч в течение полупериода будет протекать следующим образом: если ток протекает в начале полупериода через тиристоры плеч 5, 8 (или 6, 7), то с момента подачи импульса на открытие тиристоры плеча 3 (или 4) происходит коммутация тока с тиристоры плеча 5 (или 6) на тиристоры плеча 3 (или 4).

На четвертой зоне регулирования к работающим тиристорам плеч 3, 8 и 4, 7 дополнительно подключаются тиристоры плеч 1 и 2 с углом открытия α_p . Таким образом, к секциям III, II обмотки трансформатора прибавляется секция I.

В момент открытия тиристоры плеч 1 и 2 с углом открытия α_0 выпрямленное напряжение будет иметь наибольшее значение. Для уменьшения напряжения последовательность переходов обратная.

Выше рассматривался упрощенный алгоритм работы тиристоры преобразователя для режима тяги. Этот алгоритм позволяет рассмотреть основной принцип регулирования выпрямленного напряжения.

Теперь остановимся на некоторых особенностях работы преобразователя с параллельным соединением мостов. Так например, на третьей зоне в режиме тяги тиристоры плеч 5, 8 и 6, 7 открываются в начале полупериода управляющим импульсом с фазой α_0 , с тиристоры плеч 3 и 4 — импульсом с фазой α_p . Если в один из

полупериодов ток проходит по контуру: плечо 8, секции III и II, плечо 3, тяговые двигатели, то в начале следующего полупериода управляющие импульсы с фазой α_0 подаются на тиристоры плеч 6 и 7. При этом образуются два контура коммутации тока: плечи 3, 7 — секции II, III; плечи 6, 8 — секции III.

Первой начинается коммутация в контуре, где напряжение выше, то есть в контуре 1. Во время этой коммутации тиристоры плеча 7 открываются, а тиристоры плеча 3 закрываются. После завершения коммутации тока в контуре 1 (угол коммутации γ'_0) начинается коммутация в контуре 2 (угол коммутации γ''_0), при которой открываются тиристоры плеча 6.

Поскольку коммутация тока происходит поочередно в контуре с большим напряжением и в контуре с меньшим напряжением, потенциальные условия для начала коммутации в плечах, находящихся в контуре с меньшим напряжением, могут создаваться позже воздействия на них управляющих импульсов с фазой α_0 . В этом случае коммутация тока в контуре с меньшим напряжением может совсем не начаться, либо не все тиристоры плеча возьмут нагрузку, что приведет к нарушению параллельной работы тириستоров.

Чтобы исключить подобные режимы, осуществляется автоматическое слежение за окончанием коммутации тока в контуре с большим напряжением, и управляющий импульс на тиристоры малого контура подается в тот момент, когда напряжение на обмотке трансформатора восстановится и создадутся потенциальные условия для начала коммутации тока в меньшем контуре (фаза α_{03} на рис. 190).

В конце второй, третьей и четвертой зон регулирования при подаче управляющих импульсов на тиристоры с углом открытия α_p во время коммутации тириستоров с углом открытия α_0 может возникнуть режим с нарушением параллельной работы тиристоров, т.е. когда часть тиристоров плеча закрыта. Это возможно при снятии управляющих импульсов до окончания коммутации, когда ток через отдельные тиристоры может быть меньше тока удержания вследствие резкого снижения напряжения обмоток трансформатора и, следовательно, анодного напряжения тиристоров при коммутации. С целью исключения подобных режимов предусмотрено автоматическое ограничение фазы импульса — α_p . Форма напряжения ВИП при регулировании в режиме тяги приведена на рис. 190.

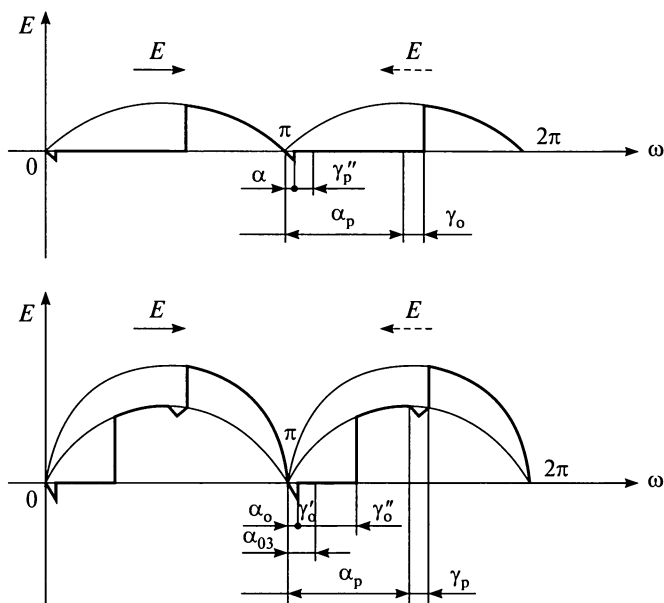


Рис. 190. Форма напряжения ВВП при регулировании в тяге

6.4. Цепи тяговых двигателей в режиме рекуперативного торможения

Тяговые двигатели в режиме рекуперативного торможения работают как генераторы постоянного тока с независимым возбуждением. Рекуперативное торможение осуществляется путем инвертирования постоянного тока тяговых двигателей, работающих генераторами, в переменный ток промышленной частоты.

Все переключения в силовой цепи при переходе из режима тяги в режим рекуперативного торможения и наоборот производится переключателями QT1 блоков A11, A12. При переходе в режим рекуперативного торможения якорь каждого двигателя отключается от своей обмотки возбуждения и подключается к ВВП последовательно с диодами блока U11 и блоком резисторов R10. Блок резисторов R10 предназначен для обеспечения большей электрической устойчивости рекуперативного торможения, а также для

улучшения распределения тока между параллельно включенными якорями тяговых двигателей. Блок диодов U11 предназначен для предотвращения появления контурных токов при переходе в режим рекуперативного торможения на высоких скоростях.

Для защиты резисторов от токовых перегрузок предусмотрена панель реле напряжения А6. При срабатывании реле контроля напряжения KV01, KV02 панели А разбирается схема электрического торможения. При срабатывании реле контроля напряжения KV01 панели защиты тяговых двигателей от кругового огня А27 блоков А11, А12 отключается контактор К1, обеспечивая обмотки возбуждения тяговых двигателей.

Обмотки тягового трансформатора с выводами а3 — х3 и выпрямительная установка возбуждения U3 образуют двухполупериодное выпрямление со средней нулевой точкой для питания обмоток возбуждения тяговых двигателей. Напряжение холостого хода между выводами а3 — х3 составляет 172 В.

Тормозными переключателями QT1 блоков А11, А12 обмотки возбуждения тяговых двигателей каждой секции соединяются между собой последовательно. Резисторы R1, R2 (выводы P0, P3) блоков А11, А12 остаются подключенными параллельно обмоткам возбуждения, как и в режиме тяги.

Сбор силовой схемы питания обмоток возбуждения завершается включением контактора К1. Ток возбуждения измеряется амперметром РА2 ВОЗБУЖДЕНИЕ, установленным в кузове головной (хвостовой) секции. Обратная связь по току с системой регулирования обеспечивается с помощью датчика тока Т15.

От тока перегрузки цепи возбуждения защищены с помощью реле КАВ, от токов короткого замыкания при пробое плеч ВУВ — с помощью реле КА7. При срабатывании реле КА7 отключается контактор К1, при срабатывании реле КАВ отключается главный выключатель QF1.

Контроль замыкания цепей возбуждения на корпус осуществляет реле контроля «земли» KV5, при включении которого на любой секции на блоке сигнализации А23 над пультом машиниста головной (хвостовой) секции загорается индикатор ВУВ (рис. 236).

Для снижения уровня радиопомех и коммутационных перенапряжений обмотка а3—х3 тягового трансформатора соединена с корпусом секции через конденсаторы С15, С16.

6.5. Регулирование тормозной силы в режиме рекуперативного торможения

При работе электровоза в режиме рекуперативного торможения в зоне высоких скоростей тормозная сила регулируется плавным изменением тока возбуждения тяговых двигателей, а в зоне средних и малых скоростей — плавным изменением напряжения ВИП, работающих в инверторном режиме. Алгоритм управления тиристорами ВИП приведен в табл. 6.2.

Изменение тока возбуждения осуществляется за счет изменения угла открытия тириستоров выпрямительной установки возбуждения УЗ. Тиристоры открываются с помощью управляющих импульсов, вырабатываемых блоком управления А55 и подаваемых через выходные усилители импульсов выпрямительной установки возбуждения на управляющие электроды тиристоров.

Тормозная сила в четвертой зоне регулируется плавным изменением тока возбуждения, который по мере снижения скорости движения электровоза должен увеличиваться для поддержания заданной тормозной силы. При достижении наибольшего тока возбуждения дальнейшее поддержание заданной тормозной силы осуществляется плавным уменьшением напряжения ВИП.

Плавное регулирование напряжения ВИП производится с середины четвертой зоны ($\alpha_p = 90^\circ$ эл) до первой зоны. В четвертой зоне тиристоры плеч 1, 2, 7, 8 открываются с углом опережения β . Импульсы управления формируются системой авторегулирования инвертора, входящей в блок управления А55, обеспечивающий постоянство угла запаса $\delta = \beta - \gamma$ при токе якоря более 400 А. При меньших токах осуществляется регулирование инвертора с постоянным углом опережения β . Информация об угле коммутации γ поступает от датчиков Т21—Т24. Регулирование в четвертой зоне осуществляется изменением фазы открытия тиристоров плеч 3 и 4, начиная с угла $\alpha = 90^\circ$ эл.

Ток двигателей в начале полупериода протекает через тиристоры плеч 1, 8 (или 2, 7). В момент подачи управляющего импульса на тиристоры плеч 3 (или 4) происходит коммутация тока с тиристоров плеч 1 (или 2) на тиристоры плеч 3 (или 4). В дальнейшем ток до конца полупериода будет протекать через тиристоры плеч 3, 8 или 4, 7.

Переход на регулирование в третьей зоне осуществляется подачей импульсов с углом опережения β на тиристоры плеч 3, 8 и 4, 7 и закрытием тиристоров плеч 1, 2. Регулирование осуществляется изменением фазы открытия тиристоров плеч 5, 6. По окончании регулирования в третьей зоне выполняется синхронный перевод нагрузки с тиристоров плеч 5, 6, 7, 8 в тиристоры плеч 1, 2, 5, 6. Последние открываются с углом опережения β , обеспечивая переход во вторую зону регулирования. Во второй зоне изменением фазы открытия тиристоров плеч 3, 4 производят дальнейшее уменьшение напряжения ВИП.

При переходе на первую зону управляющие импульсы снимаются с тиристоров плеч 1, 2, а на тиристоры плеч 5, 6 подаются импульсы, регулируемые по фазе. При уменьшении фазы α_p до $\pi/2$ рекуперация прекращается, а при дальнейшем уменьшении угла α_p начинается режим торможения противовключением, когда тяговый двигатель развивает тяговый момент, соответствующий направлению движения назад, и электровоз начинает потреблять энергию из сети. Торможение противовключением обеспечивает возможность остановки поезда и осаживания его назад, при необходимости.

В режиме рекуперативного торможения при автоматическом управлении напряжения ВИП ограничивается 3 1/2 зонами (верхняя граница — середина четвертой зоны). Форма напряжения на выходе ВИП при регулировании в режиме рекуперативного торможения приведена на рис. 191.

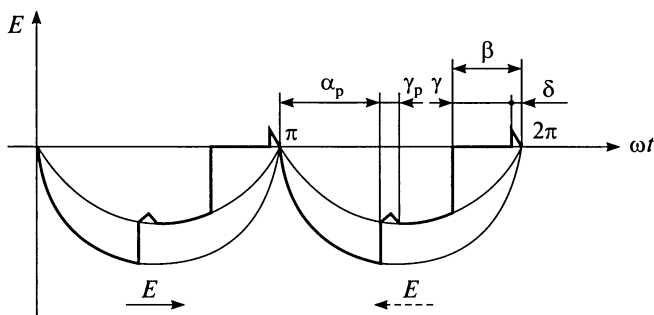


Рис. 191. Форма напряжения ВИП при регулировании в режиме рекуперативного торможения

6.6. Схема вспомогательных цепей и цепи вспомогательных машин

Схема цепей вспомогательных машин и устройств головной секции приведена на рис. 192—194, бустерной секции — на рис. 195, 196. Вспомогательные цепи питаются от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5. Напряжение холостого хода между выводами а4—6 обмотки — 235 В, между выводами а4—х4 — 405 В. Для снижения уровня атмосферных и коммутационных перенапряжений предусмотрен ограничитель напряжений F4, для снижения уровня радиопомех — конденсаторы С17, С18, для защиты от токов короткого замыкания — реле КА9, при включении которого отключается главный выключатель QF1. Контроль замыкания на корпус осуществляет реле контроля «земли» KV4, при включении которого на любой секции по проводу Э105 загорается индикатор РКЗ блока сигнализации А23 в кабине машиниста головной (хвостовой) секции.

Особенностью схемы питания на каждой секции цепей вспомогательных машин является обеспечение нормальной работы двух групп вспомогательных машин при различных частотах питающего напряжения, различных системах преобразования числа фаз и различных способах формирования пусковых процессов. Питание электродвигателей вентиляторов М11, М12 и маслонасоса М15 может осуществляться либо напряжением с частотой 50 Гц непосредственно от выводов а4—х4 обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5 через соответствующие контакторы КМ11, КМ12 и КМ15, либо напряжением с частотой 16 2/3 Гц от преобразователя частоты и числа фаз U5 через соответствующие контакторы КМ7-КМ9. Преобразователь U5 получает питание от выводов а4—6 обмотки собственных нужд тягового трансформатора. Фаза С2 является общей для обеих систем питания. Переключение с одной системы на другую автоматическое в соответствии с токовой нагрузкой тяговых двигателей. Питание электродвигателей вентилятора М13 и компрессора М14 осуществляется только напряжением с частотой 50 Гц через соответствующие контакторы КМ13, КМ14. При установившихся режимах с частотой 50 Гц преобразование числа фаз осуществляется при помощи симметрирующих конденсаторов, которые распределены таким образом, что при любом произвольном порядке включения величина симметрирующей емкости близка

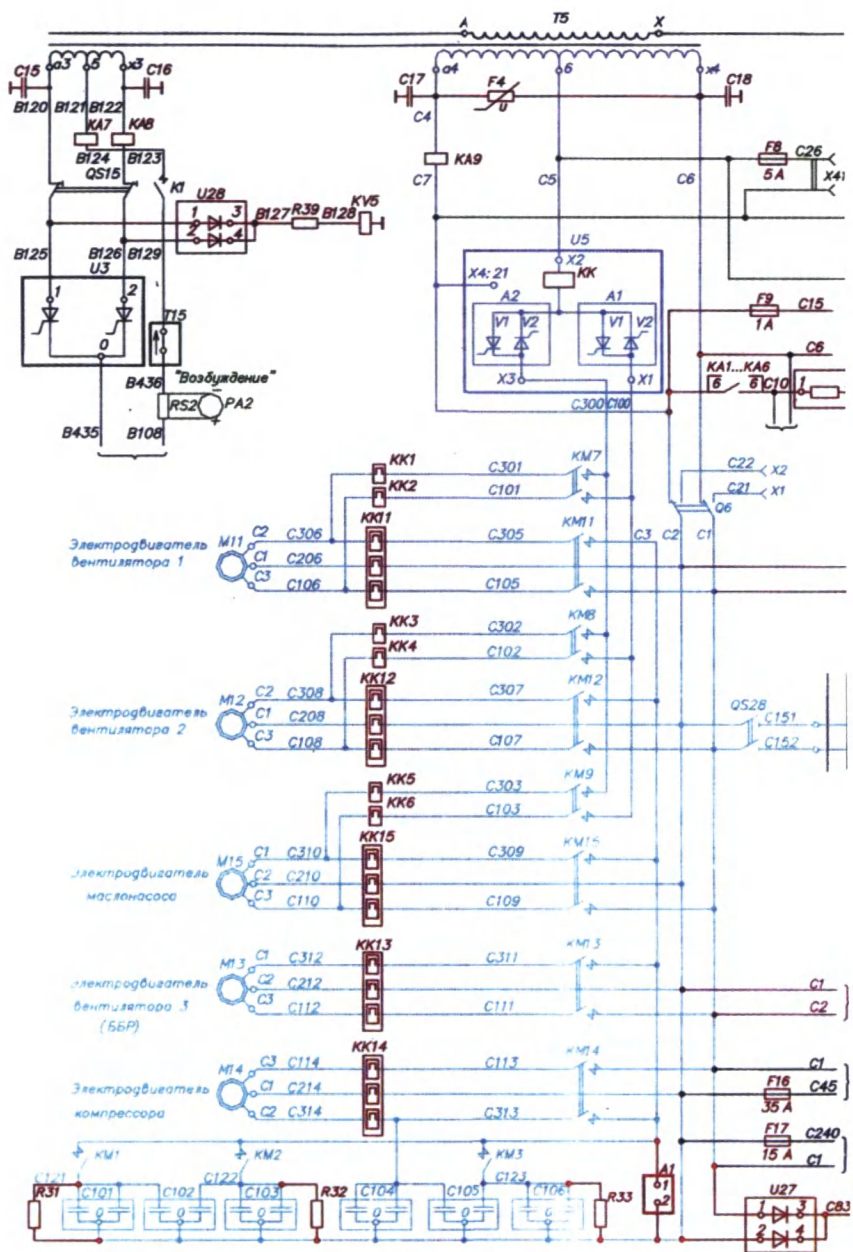


Рис. 192. Схема цепей вспомогательных машин и устройств головной

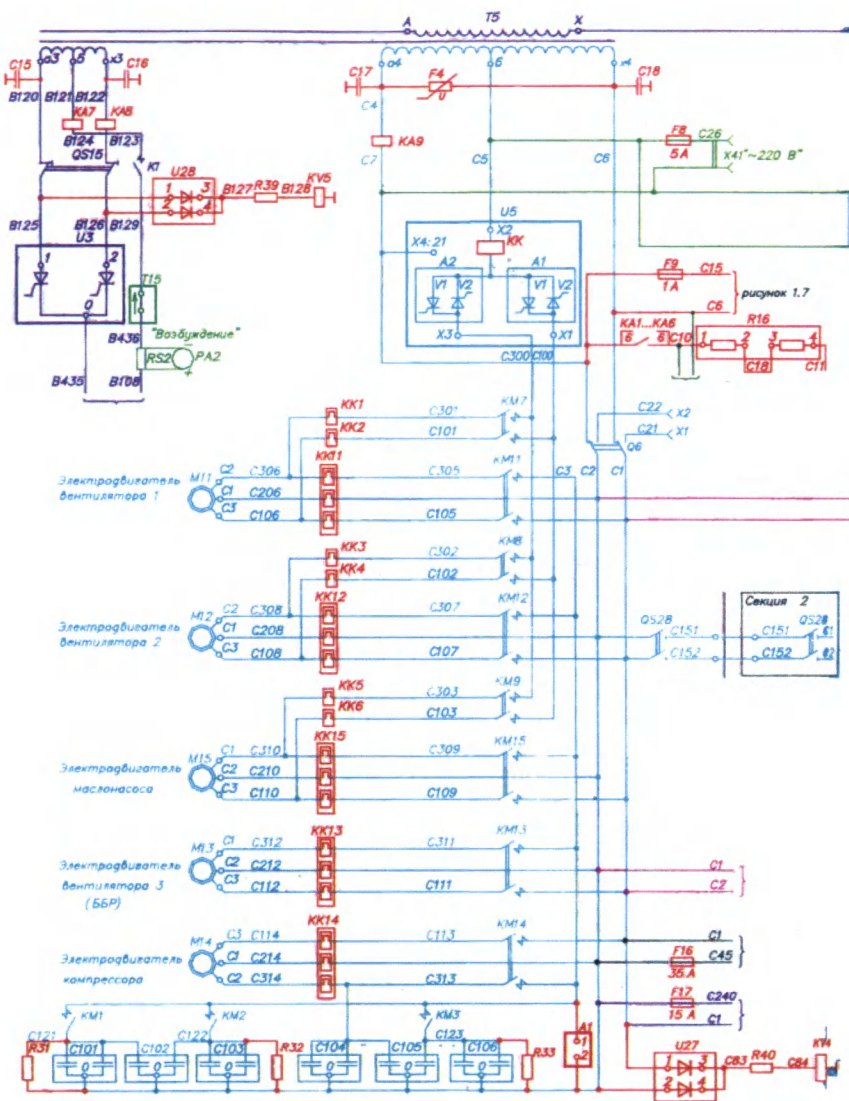


Рис. 193. Схема цепей вспомогательных машин и устройств головной

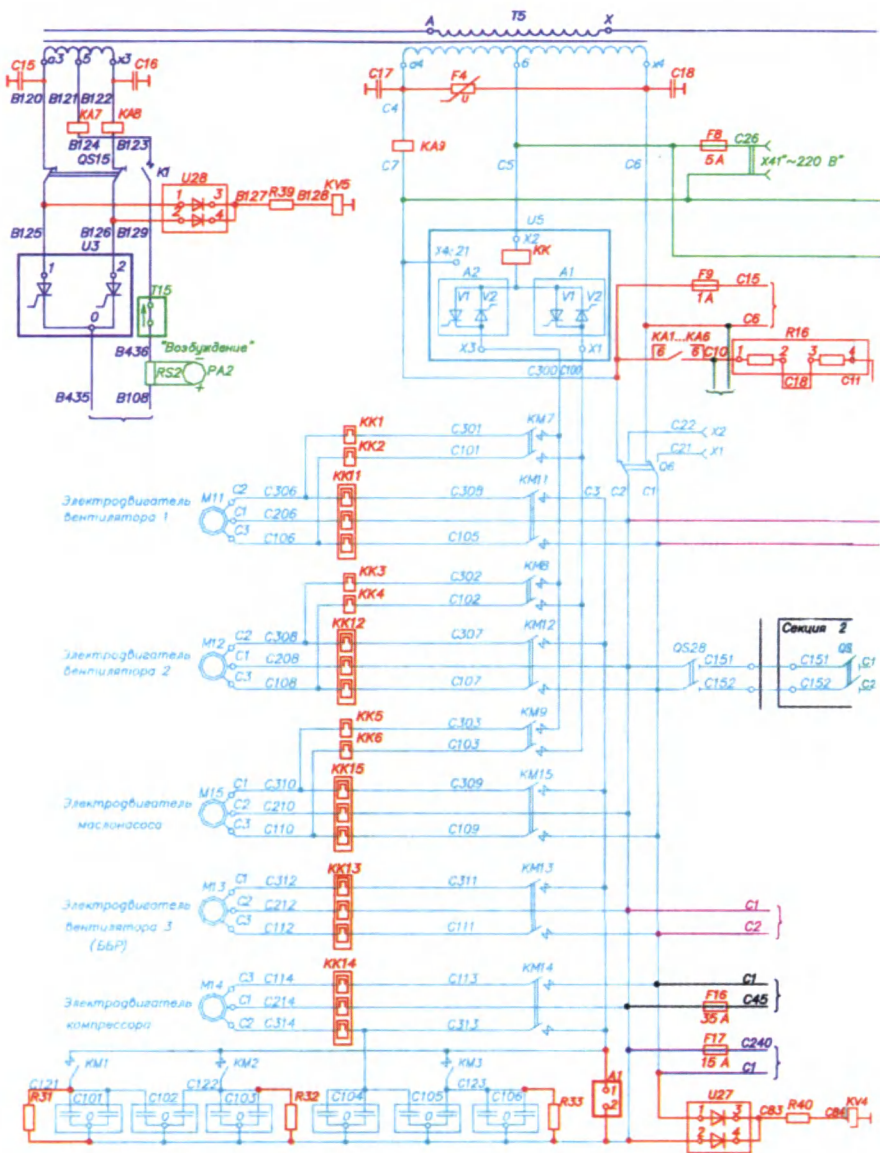
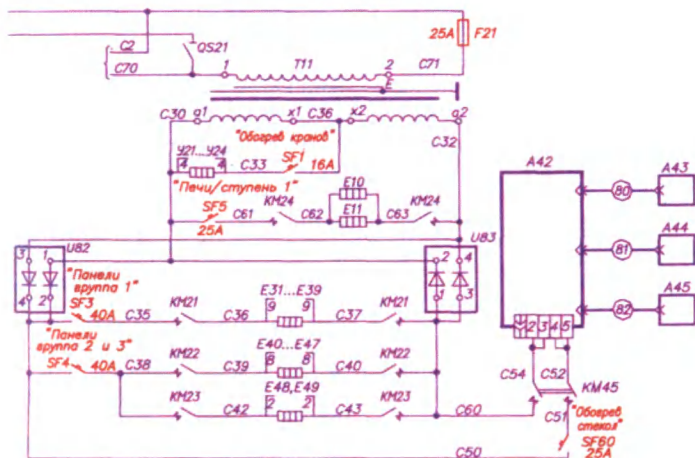
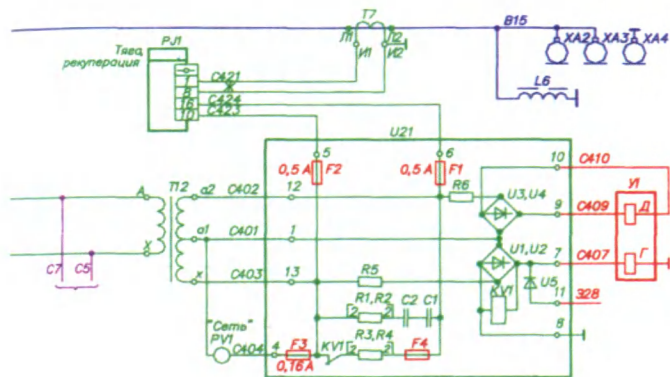


Рис. 194. Схема цепей вспомогательных машин и устройств головной



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- Цепи тяговых двигателей и управления ими
- Цепи измерительных аппаратов и устройств
- Аппараты защиты и цепи их подключения
- Цепи вспомогательных машин и управления ими
- Цепи устройств собственных нужд и управления им
- Цепи диагностики и сигнализации

(хвостовой) секции электровоза с пластиковыми кабинами и МОП качества

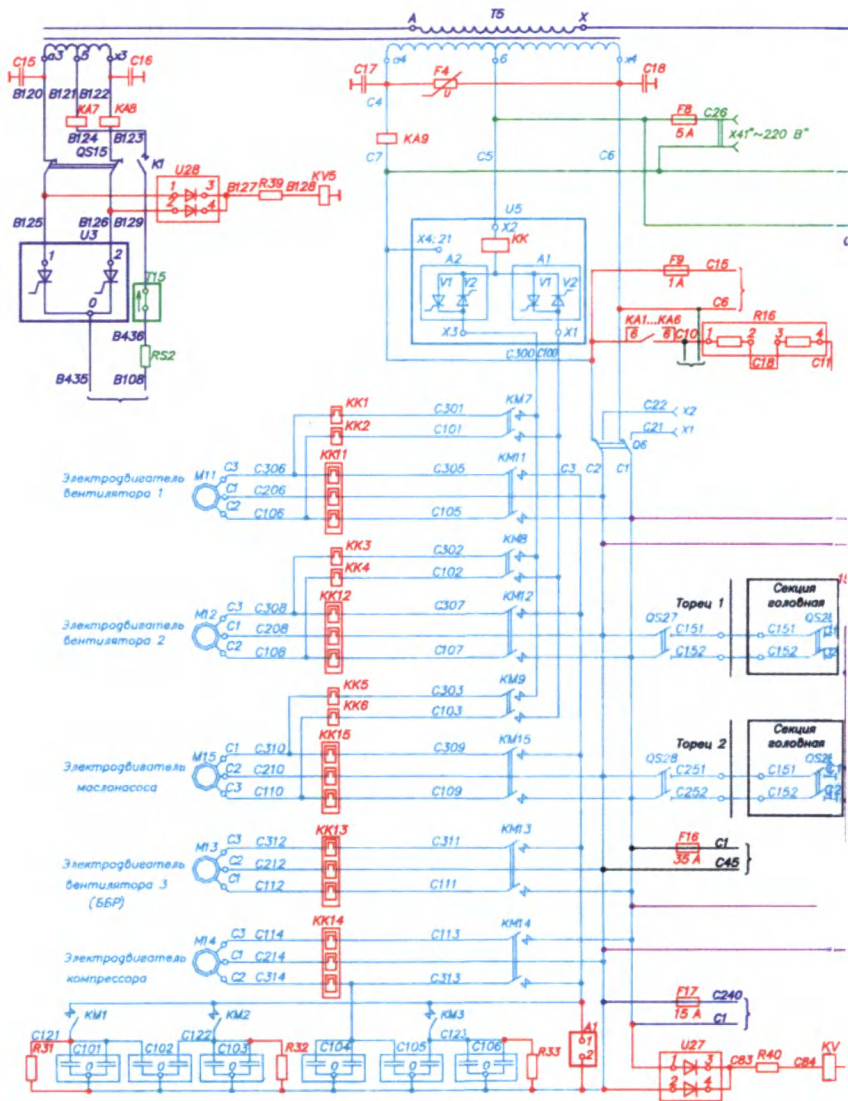
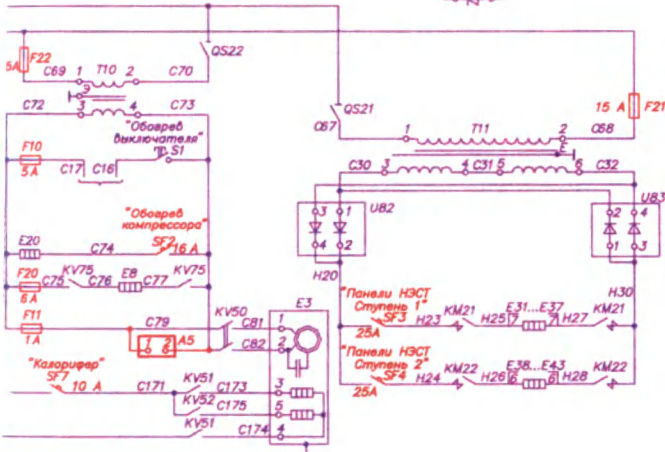
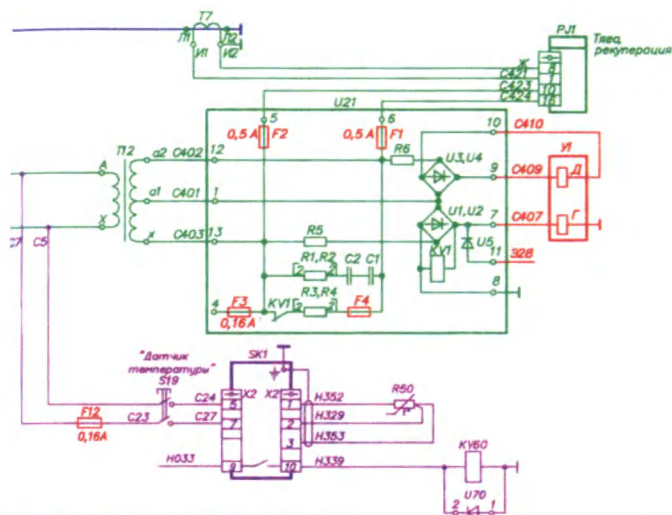


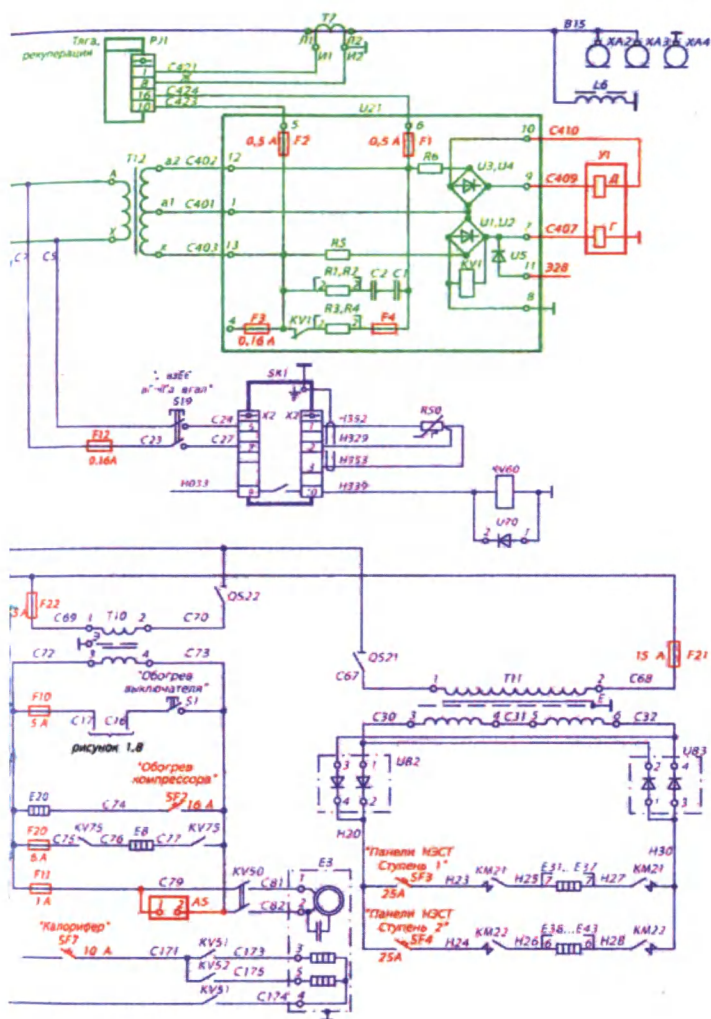
Рис. 195. Схема цепей вспомогательных



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- Цепи тяговых двигателей и управления ими
- Цепи измерительных аппаратов и устройств
- Аппараты защиты и цепи их подключения
- Цепи вспомогательных машин и управления ими
- Цепи устройств собственных нужд и управления ими
- Цепи диагностики и сигнализации

машин и устройств бустерной секции



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- Цепи тяговых двигателей и управления ими
- Цепи измерительных аппаратов и устройств
- Аппараты защиты и цепи их подключения
- Цепи вспомогательных машин и управления ими
- Цепи устройств собственных нужд и управления ими
- Цепи диагностики и сигнализации

устройств бустерной секции с МОП качения

к оптимальной. При пусковых режимах конденсаторы С101—С106 посредством контакторов КМ1-КМ3 подключаются к сборным шинам фаз С2, С3. Этим обеспечивается увеличение пускового момента электродвигателя, включаемого первым на номинальную частоту вращения. В качестве датчика окончания процесса пуска и появления трехфазной системы напряжения на сборных шинах С1, С2, С3 служит реле контроля напряжения КV01 панели А1, настроенное на напряжение включения 300 В + 50 В. Коэффициент возврата реле принят 0,8. При пусках последующих машин реле остается включенным. Необходимый пусковой момент вновь включаемых электродвигателей обеспечивается благодаря ранее включенным машинам, выполняющим функции «расщепителя фаз». Для снятия статического заряда с конденсаторов С101-С106 после их отключения предусмотрены резисторы R31—R33. Преобразование числа фаз при работе двигателей М11, М12, М15 на низкой частоте вращения осуществляется без использования симметрирующих конденсаторов, посредством преобразователя частоты и числа фаз U5. От токовых перегрузок вспомогательные машины защищены тепловыми реле КК11—КК15, при срабатывании которых отключается соответствующий контактор. На низкой частоте вращения в цепях электродвигателей вентиляторов М11, М12 применены реле КК1—КК4, в цепи электродвигателя маслонасоса М15 применены реле КК5, КК6. Включение питания электродвигателя компрессора на отключенной секции двухсекционного электровоза осуществляется разъединителями QS28, которые должны быть включены на исправной и неисправной секциях. Включение питания электродвигателя компрессора на отключенной бустерной секции трехсекционного электровоза осуществляется включением разъединителя QS27 или QS28 на этой секции и разъединителя QS28 на соответствующей головной секции электровоза. Подключение питания вспомогательных машин, в данных случаях, от сети депо через подкузовные розетки Х1, Х2 недопустимо, так как может образоваться цепь питания вторичной обмотки тягового трансформатора и возникнуть напряжение 25 кВ на первичной обмотке тягового трансформатора.

При работе по СМЕ двухсекционных электровозов или двухсекционного электровоза и секции соединение цепей напряжением 380 В между электровозами или электровозом и третьей секцией не предусмотрено.

6.8. Цепи обогревателей, холодильника и кондиционера

Схема цепей обогревателей, холодильника и кондиционера головной (хвостовой) секции приведена на рис. 197, а также см. рис. 192—194; схему цепей обогревателей бустерной секции см. рис. 195, 196.

Калориферы Е3, Е4 головной (хвостовой) секции предназначены для обогрева кабины машиниста. Каждый калорифер обеспечивает две ступени обогрева. Нагреватели первой ступени включаются с помощью реле KV52, KV55, второй ступени — с помощью реле KV53, KV56. Электродвигатели вентиляторов калориферов включаются с помощью реле KV51, KV54. Панель реле напряжения А5 предназначена для контроля наличия напряжения в цепи электродвигателей вентиляторов калориферов.

Питающее напряжение 405 В переменного тока к нагревателям калориферов подается от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5. Питающее напряжение 220 В переменного тока к электродвигателям вентиляторов подается от обмотки трансформатора Т10. От токов короткого замыкания цепи нагревателей калориферов защищены выключателями SF7 КАЛОРИФЕР 1, SF8 КАЛОРИФЕР 2, цепи электродвигателей вентиляторов калориферов защищены предохранителем F11. От перегрева калориферы защищены с помощью термореле калориферов, контакты которых включены в цепи питания катушек реле KV51—KV56. Поддержание температуры воздуха в кабине машиниста в холодное время года обеспечивается автоматическим или ручным управлением калориферов с помощью датчика-реле температуры SK1, работающего совместно с термопреобразователем сопротивления R50, и тумблера S15 ОБОГРЕВ КАБИНЫ (см. рис. 197).

Питающее напряжение 225 В переменного тока к датчику-реле SK1 подается от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5 с помощью тумблера S19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ. От токов короткого замыкания цепи датчика-реле SK1 защищены предохранителем F12.

Работа калориферов в режиме вентиляции осуществляется установкой тумблера S15 в положение АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ и отключением тумблера S19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ.

Калорифер Е3 бустерной секции предназначен для обогрева помещения санузла. Калорифер обеспечивает две ступени обогрева.

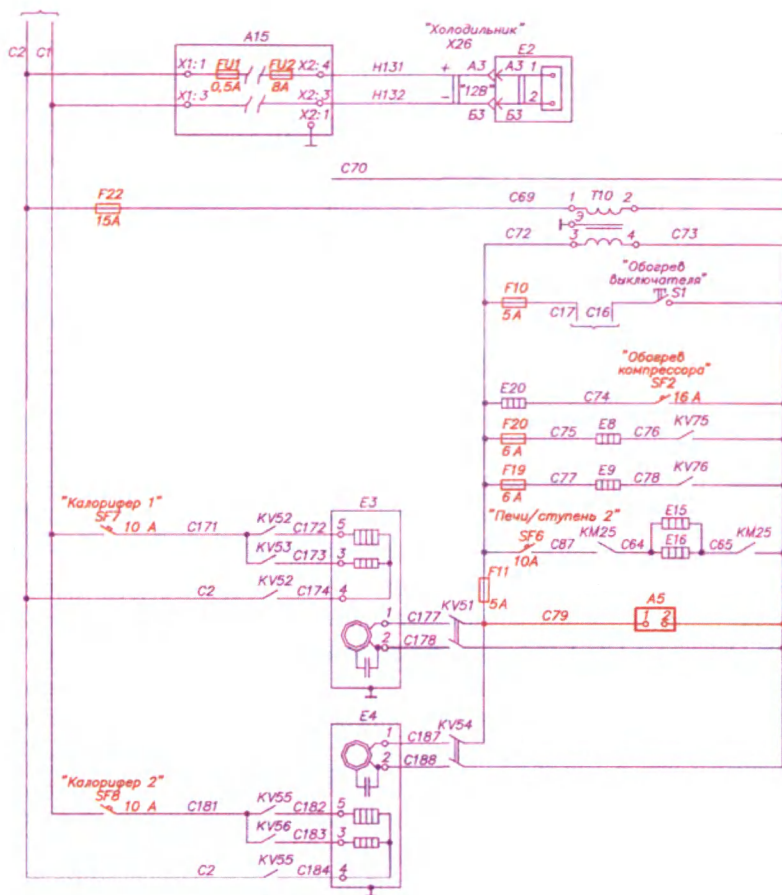
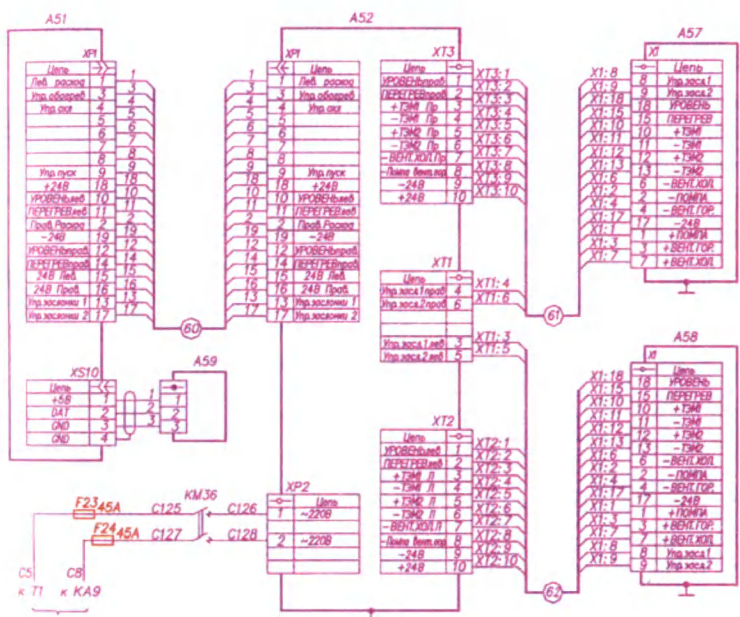
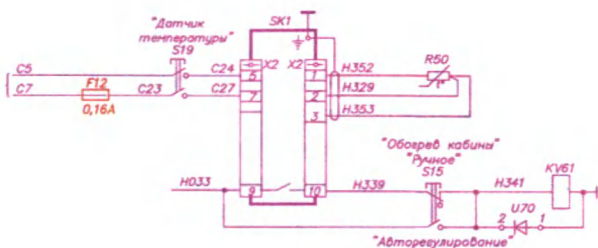


Рис. 197. Схема цепей кондиционирования и обогрева



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- Цепи тяговых двигателей и управления ими
- Цепи измерительных аппаратов и устройств
- Аппараты защиты и цепи их подключения
- Цепи вспомогательных машин и управления ими
- Цепи устройств собственных нужд и управления ими
- Цепи диагностики и сигнализации

кабины головной (хвостовой) секции электровоза

Нагреватель первой ступени обогрева включается с помощью реле KV51, второй ступени — с помощью реле KV52. Электродвигатель вентилятора калорифера включается с помощью реле KV50. Панель реле напряжения А5 предназначена для контроля наличия напряжения в цепи электродвигателя вентилятора калорифера ЕЗ.

Питающее напряжение 405 В переменного тока к нагревателям калорифера подается от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5. Питающее напряжение 220 В переменного тока к электродвигателю вентилятора калорифера подается от обмотки трансформатора Т10. От токов короткого замыкания цепи нагревателей калорифера защищены выключателем SF7 КАЛОРИФЕР, а цепи электродвигателя вентилятора — предохранителем F11. От перегрева калорифер защищен с помощью термореле калорифера, контакты которого включены в цепь питания катушек реле KV51, KV52.

Поддержание температуры воздуха в помещении санузла обеспечивается с помощью датчика-реле температуры SK1, работающего совместно с термопреобразователем R50. Питающее напряжение к датчику-реле SK1 подается от обмотки собственных нужд тягового трансформатора с помощью тумблера S19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ. От токов короткого замыкания цепи датчика-реле SK1 защищены предохранителем F12.

Панели электронагревательные Е31—Е49, устанавливаемые на полу и стенах пластиковой кабины машиниста головной (хвостовой) секции, предназначены для обогрева кабины. Питающее напряжение 100 В пульсирующего тока к панелям подается от обмотки трансформатора Т11 через панели диодов U82, U83. Защита цепей панелей электронагревательных от токов короткого замыкания осуществляется выключателями SF3 ПАНЕЛИ/1 ГРУППА, SF4 ПАНЕЛИ/2 и 3 ГРУППЫ. Регулирование температуры обогрева нагревателей панелей осуществляется с помощью датчиков температуры, встроенных в панели Е31—Е49. Включаются панели с помощью контакторов KM21 — KM23.

Панели нагревательные Е41—Е45, Е48—Е64 предназначены для обогрева металлической кабины машиниста головной (хвостовой) секции.

Питающее напряжение 100 В пульсирующего тока к панелям Е41—Е45, Е48—Е64 подается от обмотки трансформатора Т11 через

панели диодов U82, U83. Защита цепей панелей E41—E45, E48—E64 от токов короткого замыкания осуществляется выключателями SF3 ПАНЕЛИ/1 ГРУППА 1, SF4 ПАНЕЛИ/ГРУППА 2. Включаются панели E41—E45, E48—E64 с помощью контакторов КМ21, КМ22. Отключение нагревательных панелей E41—E45, E48—E64 осуществляется с помощью датчиков температуры, встроенных панелей.

Печи электрические E10, E11, E15, E16 предназначены для обогрева, как пластиковой, так и металлической кабины машиниста. Питающее напряжение 100 В переменного тока к печам E10, E11 подается от выводов а1, а2 вторичной обмотки трансформатора Т11. Питающее напряжение 210 В переменного тока к печам E15, E16 подается от выводов 3, 4 обмотки трансформатора Т10. Защита печей E10, E11 и E15, E16 от токов короткого замыкания осуществляется выключателями SF5 ПЕЧИ/СТУПЕНЬ1 и SF6 ПЕЧИ/СТУПЕНЬ2. Включение печей E10, E11 осуществляется с помощью контактора КМ24 на секцию электровоза с пластиковой кабиной, или с помощью контактора КМ23 на секции электровоза с металлической кабиной.

Включение печей E15, E16 осуществляется с помощью контактора КМ25 на секции электровоза с пластиковой или с помощью реле KV65 на секции электровоза с металлической кабиной.

Панели электронагревательные E31—E43 бустерной секции, устанавливаемые на полу и стенах санузла, предназначены для обогрева санузла. Питающее напряжение 100 В пульсирующего тока к панелям подается от обмотки трансформатора Т11 через панели диодов U82, U83. Защита цепей панелей E31—E43 от токов короткого замыкания осуществляется выключателями SF3 ПАНЕЛИ НЭСТ/СТУПЕНЬ 1, SF4 ПАНЕЛИ НЭСТ/СТУПЕНЬ 2. Регулирование температуры обогрева нагревателей панелей осуществляется с помощью датчиков температуры, встроенных в панели E31—E43. Включаются панели с помощью контакторов КМ21, КМ22.

Нагреватели E8 и E9 головной (хвостовой) секции, предназначенные для подогрева воды санузла, включаются с помощью реле KV75, KV76. Питающее напряжение 220 В переменного тока к нагревателям подается от обмотки трансформатора Т10. От токов короткого замыкания цепи нагревателей защищены предохранителями F19, F20.

Нагреватель E8 бустерной секции, предназначенный для подогрева воды санузла, включается с помощью выключателя SF37 ПО-

ДОГРЕВ ВОДЫ САНУЗЛА и реле KV75. Питающее напряжение 220 В переменного тока к нагревателю подается от обмотки трансформатора Т10. От токов короткого замыкания цепь нагревателя защищена предохранителем F20.

Нагреватель, встроенный в главный выключатель QF1 как головной (хвостовой), так и бустерной секций, предназначен для обогрева главного выключателя с целью повышения надежности работы привода при низких температурах. Нагреватель включается выключателем S1 ОБОГРЕВ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ. Питающее напряжение 220 В переменного тока к нагревателю подается от обмотки трансформатора Т10. От токов короткого замыкания цепь нагревателя защищена предохранителем F10.

Нагреватель Е20 как головной (хвостовой), так и бустерной секций предназначен для подогрева масла компрессора. Выключается выключателем SF2 ОБОГРЕВ КОМПРЕССОРА, который служит защитой цепи нагревателя от токов короткого замыкания. Питающее напряжение 220В переменного тока подается от обмотки трансформатора Т10.

Обогрев лобового стекла (изделие остекления А43) и боковых стекол (изделия остекления А44, А45) кабины машиниста головной (хвостовой) секции предназначен для исключения обледенения наружной поверхности стекол и осуществляется нагревательными элементами, встроенными в стекла. Питающее напряжение 100 В пульсирующего тока к нагревательным элементам изделий остекления подается от обмотки трансформатора Т11 через панели диодов U82, U83 с помощью контактора КМ45. От токов короткого замыкания указанные цепи защищены выключателем SF60 ОБОГРЕВ СТЕКОЛ. Регулирование температуры обогрева нагревательных элементов стекол осуществляется блоком управления нагревателем стекла А42.

Обогрев зеркал заднего вида А131, А132 кабины машиниста головной (хвостовой) секции осуществляется нагревательными элементами, являющимися составной частью устройства зеркал. Питающее напряжение 24 В постоянного тока подается от преобразователя питания А120.

Нагреватели У21—У24 клапанов продувки головной (хвостовой) секции включаются выключателем SF1 ОБОГРЕВ КРАНОВ, который служит защитой цепи нагревателей от токов короткого замыкания. Питающее напряжение 50 В переменного тока подается от обмотки а1—х1 трансформатора Т11.

Нагреватели У21—У24 клапанов продувки бустерной секции включаются выключателем SF1 ОБОГРЕВ КРАНОВ, который служит защитой цепи нагревателей от токов короткого замыкания. Питающее напряжение 50 В постоянного тока подается от шкафа питания А25.

Электроплитка Е21 головной (хвостовой) секции, включается переключателем SA2. Питание к электроплитке подается от вторичной обмотки трансформатора Т1 шкафа питания А25 по схеме двухступенчатого включения. Первая ступень на напряжение 75 В переменного тока включается контактами переключателя SA2 с проводами С92, С95 и С91, С94, а вторая ступень на напряжение 100 В переменного тока включается контактами переключателя SA2 с проводами С91, С94 и С93, С95. От токов короткого замыкания цепи электроплитки защищены предохранителями F30—F32. При включении переключателя SA2 подается питание на световой индикатор HL, встроенный в электроплитку и сигнализирующий о ее работе.

Холодильник Е2 головной (хвостовой) секции предназначен для хранения пищевых продуктов. Питающее напряжение 12 В постоянного тока к холодильнику подается от блока питания А15. Цепи блока питания и холодильника защищены от токов короткого замыкания предохранителями FU1, FU2 в блоке питания А15. При включении холодильника необходимо соблюдать полярность, указанную на розетке Х26.

Кондиционер А50 головной (хвостовой) секции предназначен для охлаждения кабины машиниста. Питающее напряжение 220 В переменного тока от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т1 подается контактами контактора КМ36 к блоку питания и коммутации А52. Цепи питания кондиционера от токов короткого замыкания защищены предохранителями F23, F24.

6.9. Цепи трансформаторов системы контроля замыканий на корпус, отключающего электромагнита главного выключателя, шкафа питания цепей управления, аппаратуры управления ВИП

Схемы указанных цепей головной (хвостовой) секции приведены на рис. 187, 192—194, бустерной секции — на рис. 188, 195, 196.

К трансформатору Т9 системы контроля замыканий на корпус цепей питания тяговых двигателей как головной (хвостовой), так и

бустерной секций напряжение подается проводами С6, С15 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5. Для защиты от тока короткого замыкания в цепь первичной обмотки трансформатора Т9 включен предохранитель F9.

К трансформатору Т12 цепей питания вольтметра PV1 контроля напряжения (25 кВ) контактной сети головной (хвостовой) секции (на бустерной секции не устанавливается), счетчика электроэнергии Р1 и вентиля защиты У1 как головной (хвостовой), так и бустерной секций напряжение подается проводами С5, С7 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5.

К катушке отключающего электромагнита УА3 главного выключателя QF1 как головной (хвостовой), так и бустерной секций напряжение подается проводами С6, С11 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора при срабатывании реле КА1—КА6 в цепях питания тяговых двигателей. Для ограничения тока в цепь питания катушки электромагнита УА3 включена панель резисторов R16.

К шкафу питания А25 как головной (хвостовой), так и бустерной секций напряжение подается проводами С1, С45 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5 или от сети депо через розетки Х1, Х2. Для защиты от токов короткого замыкания в цепь питания включен предохранитель F16.

К аппаратуре управления преобразователями (ВИП) как головной (хвостовой), так и бустерной секций напряжение подается проводами С1, С240 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора Т5 или от сети депо через розетки Х1, Х2. Для защиты от короткого замыкания в цепь питания включен предохранитель F17.

Для питания осциллографа при наладочных работах как головной (хвостовой), так и бустерной секций предусмотрена розетка Х41. Розетка подключена к обмотке собственных нужд тягового трансформатора Т5 на напряжение 235 В. От токов короткого замыкания цепь розетки защищена предохранителем F8.

7. Схема цепей управления

7.1. Питание цепей управления

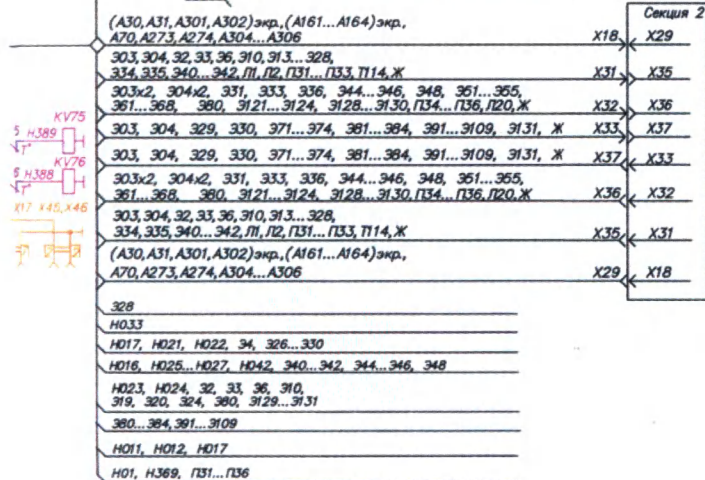
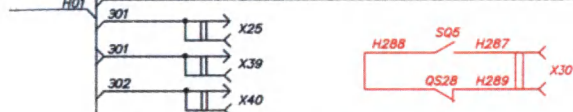
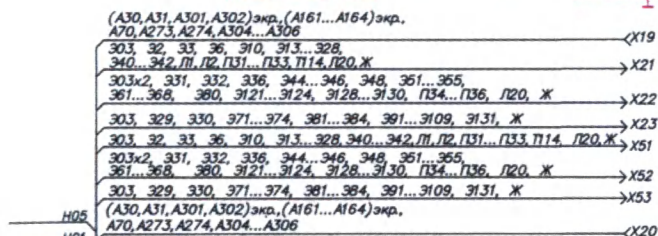
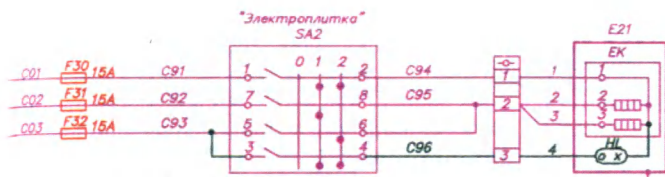
Управление электровозом осуществляется с помощью контроллера машиниста, выключателей и тумблеров из кабины машиниста головной (хвостовой) секции. Контроллером машиниста задается направ-

ление движения и режим работы, осуществляется пуск, электрическое торможение и регулирование скорости электровоза. Выключатели и тумблеры предназначены для управления токоприемниками, аппаратами защиты, вспомогательными машинами и другим электрооборудованием. Контроллер машиниста SM1 и блок выключателей S20 на бустерной секции не устанавливаются. Для исключения ошибок при управлении, которые могли бы иметь место при одновременном включении в обеих (головной и хвостовой) секциях выключателей блоков выключателей S20 или контроллеров машиниста SM1, предусмотрено запираание выключателей блока S20 в отключенном положении специальным ключом, а контроллера машиниста — механическими блокировками, исключающими вращение реверсивного и главного валов при снятой реверсивной рукоятке (выполненной съемной в положении «0»). Для исключения возможности приведения электровоза в движение, если тормоза не переключены на управление из кабины головной (хвостовой) секции, установлен выключатель цепей управления SQ1, имеющий съемный ключ. Для управления электровозом машинисту должны выдаваться по одному ключу к блоку выключателей, одна рукоятка устройства блокировки тормозов, а также одна реверсивная рукоятка контроллера машиниста.

Система питания цепей управления как головной (хвостовой), так и бустерной секций, однопроводная с заземленными минусом. Обратным проводом (минусовым) являются металлические конструкции электровоза. Источниками питания являются шкаф питания A25 и щелочные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи GB1, GB2. Шкаф питания представляет собой статический преобразователь напряжения переменного тока в напряжение пульсирующего тока и служит для питания цепей управления стабилизированным напряжением 50 В, а также для подзаряда аккумуляторных батарей.

Упрощенная схема шкафа питания головной (хвостовой) секции приведена на рис. 198, бустерной секции — на рис. 199. Питание шкафа A25 осуществляется от обмотки собственных нужд тягового трансформатора и конденсатора КМ5. Контактور включается тумблером S1 **ВКЛЮЧЕНИЕ ШП** шкафа питания A25.

Питание цепей управления осуществляется по следующей цепи: диод V5 или тиристор V1 (в первый полупериод), V2 (во второй



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

Цепи тяговых двигателей и управления ими	Аппараты защиты и цепи их подключения
Цепи вспомогательных машин	Цепи устройств собственных нужд
Цепи диагностики и сигнализации	Источники питания цепей управления и их цепи
Цепи измерительных аппаратов и устройств	Цепи освещения
	Цепи радиостанции и вакуум компрессора

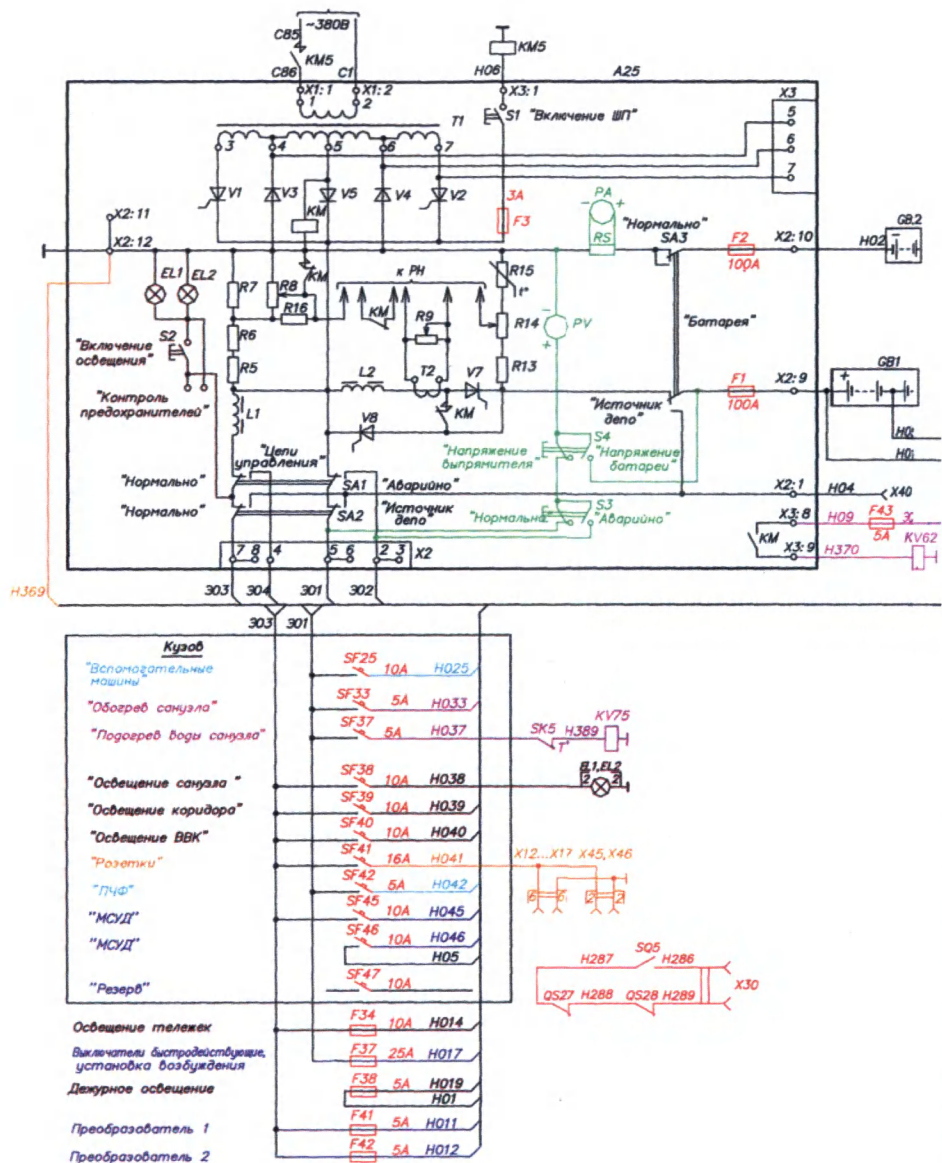


Рис. 199. Схема шкафа

полупериод), рубильники SA1, SA2, провод Э01 и дроссель L1, рубильники SA1, SA, провод Э03; цепи управления, корпус, диоды V4 (в первый полупериод), V3 (во второй полупериод). Дроссель L1 предусмотрен для снижения величины пульсации выпрямленного напряжения.

Величина напряжения цепей управления устанавливается с помощью резистора R8. Напряжение измеряется вольтметром PV при установке тумблера S4 в положении НАПРЯЖЕНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЯ и тумблера S3 в положении НОРМАЛЬНО. Для изменения напряжения аккумуляторных батарей необходимо тумблер S4 переключить в положение НАПРЯЖЕНИЕ БАТАРЕЙ.

Питание цепей управления от деповского источника постоянного или пульсирующего тока напряжением от 45 до 55 В может осуществляться через розетку X8. При этом рубильник SA2 должен находиться в положении ИСТОЧНИК ДЕПО, а рубильник SA3 БАТАРЕЯ — в положении НОРМАЛЬНО или в среднем положении. Подзаряд аккумуляторных батарей осуществляется по цепи: плюс выпрямителя, сглаживающий реактор L2, трансформатор тока T2, тиристор V7, рубильник SA3, предохранитель F1, провод H01, аккумуляторные батареи GB1 и GB2, провод H02, предохранитель F2, рубильник SA3, шунт амперметра RS, минус выпрямителя. Подзаряд разряженных аккумуляторных батарей осуществляется током, не превышающем 31 А. По мере подзаряда напряжение на батареях растет и при достижении определенной величины, зависящей от температуры окружающей среды, стабилизируется. Уровень ограничения тока подзаряда устанавливается с помощью резистора R9, напряжение подзаряда с помощью резистора R14. Ток аккумуляторных батарей измеряется с помощью амперметра РА.

Заряд от деповского источника напряжения постоянного или пульсирующего тока может осуществляться через розетку X8. При подготовке к заряду необходимо в шкафу питания установить рубильник SA3 в положение ИСТОЧНИК ДЕПО, а рубильник SA2 — в положение НОРМАЛЬНО или в среднее положение.

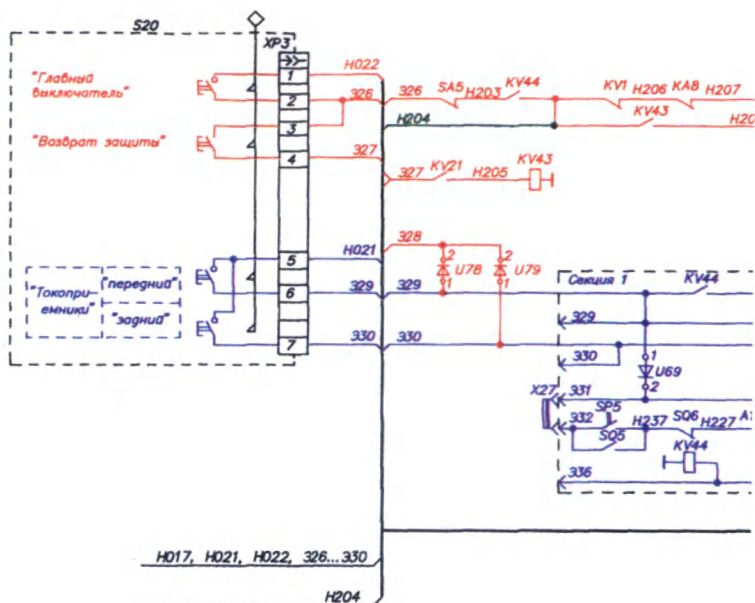
При исчезновении напряжения на обмотке трансформатора T1 шкафа питания A25 (выключение главного выключателя, проезд нейтральной вставки и т.д) цепи управления автоматически переключаются на питание от аккумуляторных батарей GB1 и GB2 по цепи: плюс батареи GB2, провод H01, предохранитель F1, рубиль-

ник SA3, тиристор V8, рубильник SA1,SA2, провод Э01, дроссель L1, провод Э03, цепи управления, корпус, шунт амперметра RS, рубильник SA3, предохранитель F2, провод Н02, минус батареи GB1. После отключения контактора КМ тиристор V8 шунтируется контактами КМ и реактором L2, тем самым исключается возможность продолжительной токовой перегрузки тиристора. От токов короткого замыкания цепи управления головной (хвостовой) секции защищены выключателями SF21 — SF47, SF75, SF76, SF86, SF89, SF90—SF93 и предохранителями F33, F34, F36—F38, F41—F43, бустерной секции — выключателями SF25, SF33, SF37—SF42, SF45, SF46, SF86, SF89 — SF93 и предохранителями F34, F37, F38, F41—F43.

7.2. Цепи управления токоприемниками

Схема цепей управления токоприемниками двухсекционного электровоза приведена на рис. 200 и 201 трехсекционного электровоза с бустерной секцией — на рис. 202. Для подъема токоприемника ХА1 на головной или хвостовой секции необходимо подать сжатый воздух в цилиндр привода токоприемника включением клапана токоприемника У10. Подвод сжатого воздуха к клапану токоприемника У10 выполнен через вентиль защиты У1, пневматические блокировки штор и дверей высоковольтной камеры и разобщительные краны. Для обеспечения питания цепям управления токоприемниками необходимо включить выключатель SF21 ТОКОПРИЕМНИКИ на главной (хвостовой) секции. Поднятие токоприемника осуществляется включением выключателя ТОКОПРИЕМНИКИ/ЗАДНИЙ блока выключателей S20 на головной секции. Питание на катушки вентиля защиты У1 по секциям подается по проводу Э28. Включившись, вентили защиты, каждый в своей секции, пропускают сжатый воздух через пневматические блокировки штор и дверей высоковольтных камер к клапанам токоприемников головной или хвостовой секции. После включения выключателя ТОКОПРИЕМНИКИ/ЗАДНИЙ подается напряжение на катушки реле KV44:

- для двухсекционного электровоза по цепи: провод Э30 головной секции, провод Э29 хвостовой секции, панель диодов U69, провода Э31 обеих секций, вилка X27 головной секции, контакты пневматического выключателя управления SP5 (или блокировочное устройство SQ5), контакты электрической блокировки пульта каби-



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- | | |
|--|--|
| — Цепи тяговых двигателей и управления ими | — Аппараты защиты и цепи их подключения |
| — Цепи вспомогательных машин | — Цепи устройств собственных нужд |
| — Цепи диагностики и сигнализации | — Источники питания цепей управления и их цепи |
| — Цепи измерительных аппаратов и устройств | — Цепи освещения |
| | — Цепи радиостанции и болон компрессора |

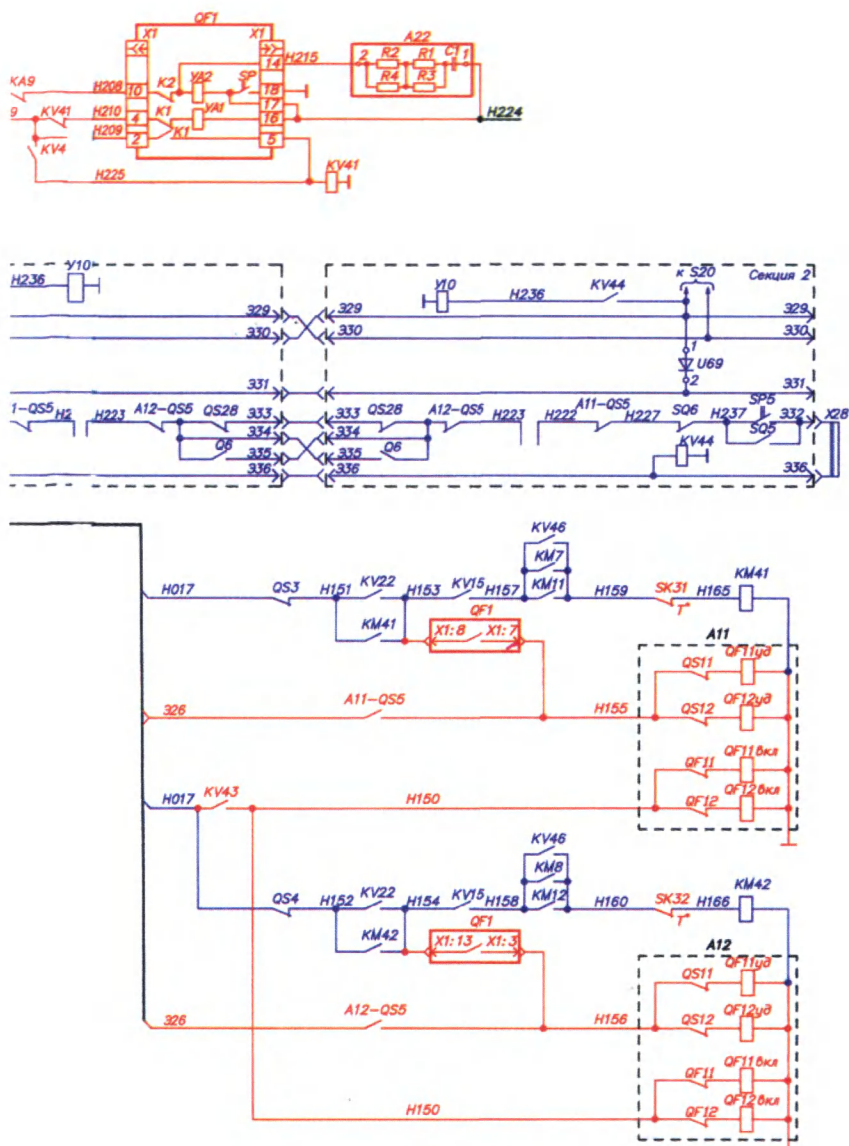
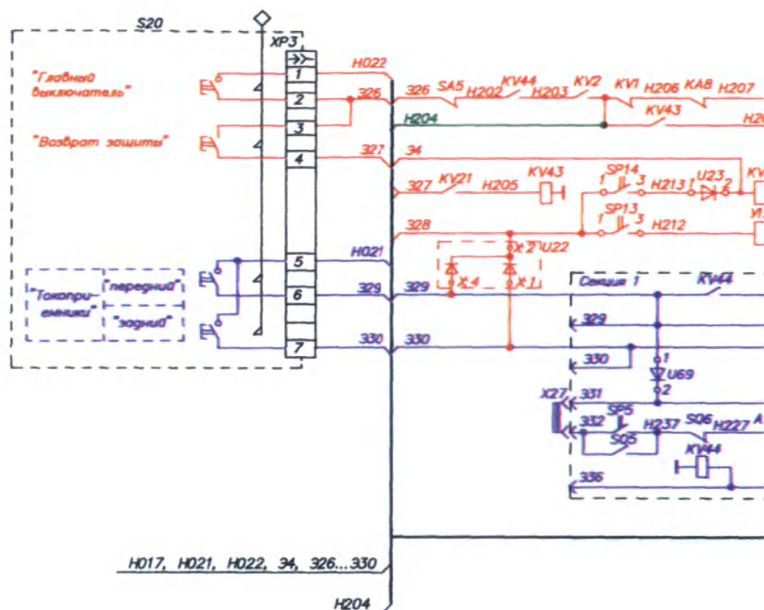


Рис. 200. Схема цепей управления токоприемниками, главными выключателями и быстродействующими выключателями головной (хвостовой) секции электровозов 2ЭС5К до № 025



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

Цепи тяговых двигателей и управления ими	Аппараты защиты и цепи их подключения
Цепи вспомогательных машин	Цепи устройств собственных нужд
Цепи диагностики и сигнализации	Источники питания цепей управления и их цепи
Цепи измерительных аппаратов и устройств	Цепи освещения
	Цепи радиостанции и восток компрессора

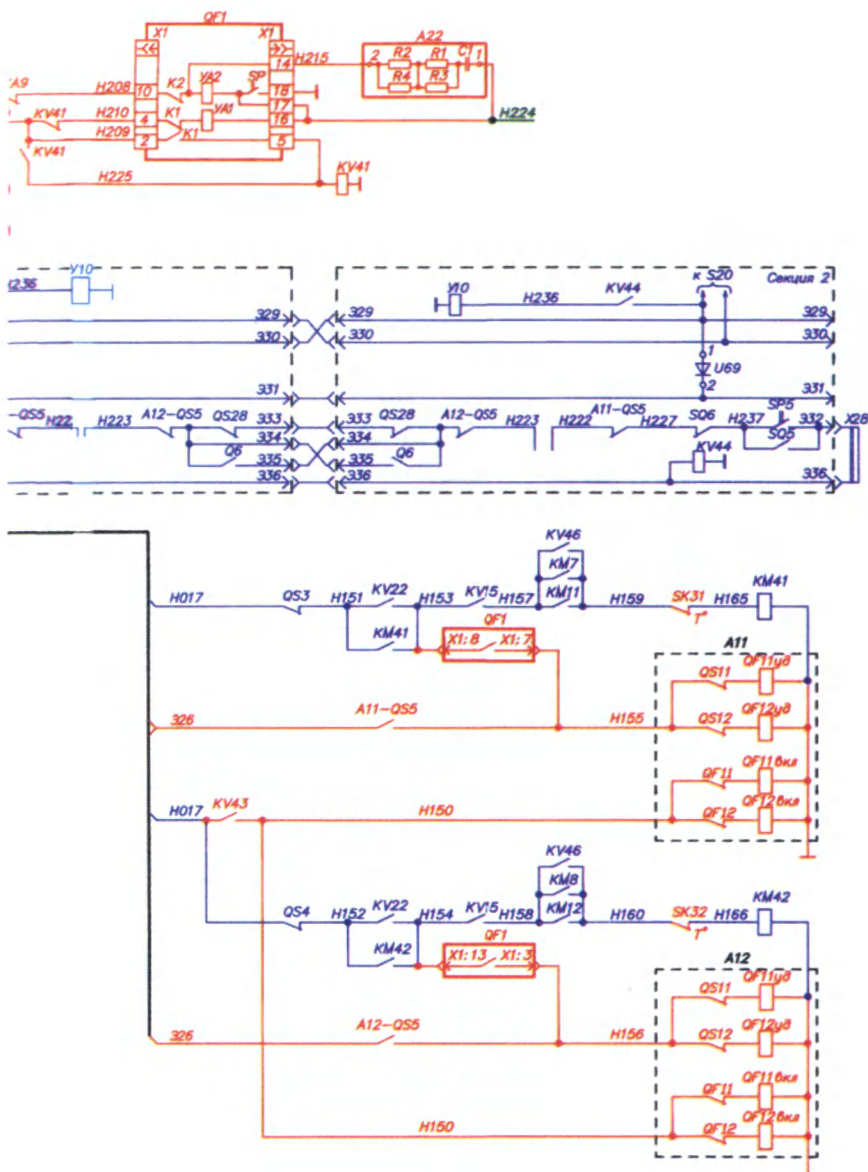


Рис. 201. Схема цепей управления токоприемниками, главными выключателями и быстродействующими выключателями головной (хвостовой) секции электровозов 2ЭС5К до № 026

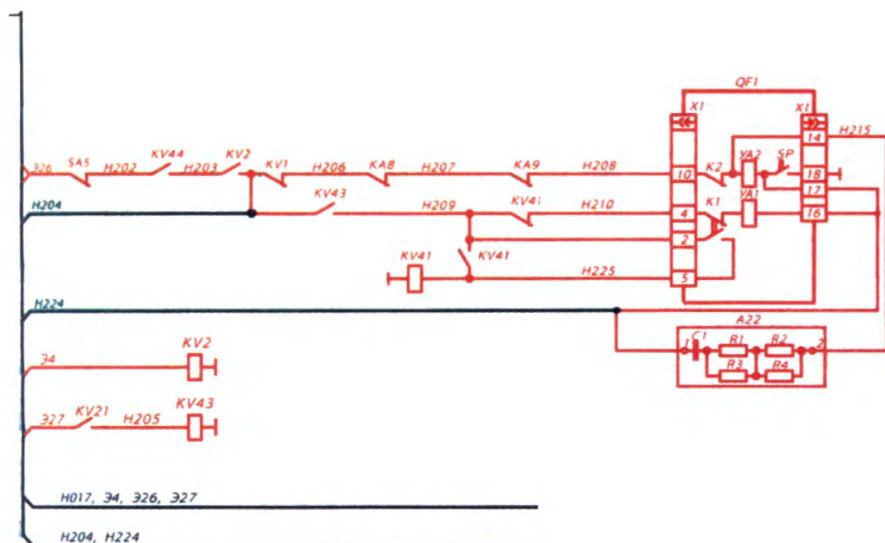


Рис. 202. Схема цепей управления токоприемниками, главным выключателем и быстродействующим выключателем бустерной секции

ны SQ6, контакты разъединителя QS5 блока A11, контакты пожарного прибора управления A91, контакты разъединителя QS5 блока A12, контакты разъединителей QS28 обеих секций, контакты разъединителя QS5 блока A12 хвостовой секции, контакты пожарного прибора управления A91, контакты разъединителя QS5 блока A11, контакты электрической блокировки пульта кабины SQ6, контакты пневматического управления SP5 (или блокировочное устройство SQ5), провод Э32 хвостовой секции, вилка X28 хвостовой секции, провод Э36 обеих секций;

- для трехсекционного электровоза с бустерной секцией по цепи: провод Э30 головной секции, провод Э30 бустерной секции, провод Э29 хвостовой секции, панель диодов U69, провода Э31 всех секций, вилка X27 головной секции, контакты пневматического выключателя управления SP5 (или блокировочное устройство SQ5) головной секции, контакты электрической блокировки пульта кабины SQ6, контакты разъединителя QS5 блока A11, контакты пожарного прибора управления A91, контакты разъединителя QS5 блока A12, контакты разъединителя QS28, провода Э33 головной секции, провод Э33 бустерной секции, контакты разъединителя QS27, контакты пневматического выключателя управления SP5 (или блокировочное устройство SQ5), контакты разъединителя QS5 блока A11, контакты пожарного прибора управления A91, контакты разъединителя QS5 блока A12, контакты разъединителя QS28, провод Э37 бустерной секции, провод Э33 хвостовой секции, контакты разъединителя QS28, контакты разъединителя QS5 блока A12, контакты пожарного прибора управления A91, контакты разъединителя QS5 блока A11, контакты электрической блокировки пульта кабины SQ6, контакты пневматического выключателя управления SP5 вилка X28 хвостовой секции, провода Э36 всех секций электровоза. Реле KV44, включившись на всех секциях, производят следующее:

- на хвостовой секции реле KV44 контактами с проводами Э29, H236 включает клапан токоприемника У10, обеспечивая подъем токоприемника на этой секции при условии, что высоковольтная камера заблокирована, а разъединители QS5 блоков A11, A12 выключены;

- на каждой секции электровоза реле KV44 контактами с проводами H202, H203 и реле KV2 контактами с проводами H203, H204 подготавливает цепь питания катушек удерживающего и включаю-

шего электромагнитов главного выключателя QF1. Эти контакты не допускают включения главного выключателя при разблокированной высоковольтной камере или включенном разъединителе QS5 в блоках A11 или A12, а также отключают главный выключатель при срабатывании выключателя SF21 **ТОКОПРИЕМНИКИ**, выключении выключателя управления токоприемником, размыкании контактов пневматического выключателя управления SP5 при снижении давления воздуха в магистрали токоприемника до значения из диапазона от 0,27 МПа (2,7 кгс/см²) до 0,29 МПа (2,9 кгс/см²), обеспечивая опускание токоприемника без токовой нагрузки.

Если в одной из секций электровоза двери или шторы высоковольтной камеры (ВБК) открыты, то пневматические блокировки перекрывают доступ воздуха к клапану токоприемника У10 и пневматическому выключателю управления SP5 этой секции. Пневматический выключатель управления SP5 размыкает электрическую цепь питания катушек реле KV44 всех секций, исключая возможность подъема токоприемника.

Для обеспечения возможности подъема токоприемника при отсутствии сжатого воздуха в пневматической системе одной из секций или неисправном пневматическом выключателе управления SP5 в каждой секции предусмотрено блокировочное устройство SQ5, контакты которого включены параллельно контактам пневматического выключателя управления SP5. Замыкание контактов устройства SQ5 осуществляется поворотом его рукоятки в положение **РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ ЗАШУНТИРОВАНО**. Поворот рукоятки возможен при условии, что шторы и двери высоковольтной камеры закрыты и замкнуты, ключи вынуты, вставлены в замки блокировочного устройства и повернуты на угол 90°. Разблокирование рукоятки блокировочного устройства SQ5 возможно только ключами замков штор высоковольтной камеры той секции, в которой расположено данное блокировочное устройство.

Вентиль защиты У1, кроме катушки Г, имеет катушку Д. Если выключатели управления токоприемниками выключены, а токоприемник по какой-либо причине не опускается, и главный выключатель не отключился, катушка Д вентиля защиты У1 продолжает получать питание, в результате вентиль защиты остается во включенном состоянии, обеспечивая пропуск воздуха к пневматическим блокировкам штор и дверей, исключая тем самым возможность их открытия.

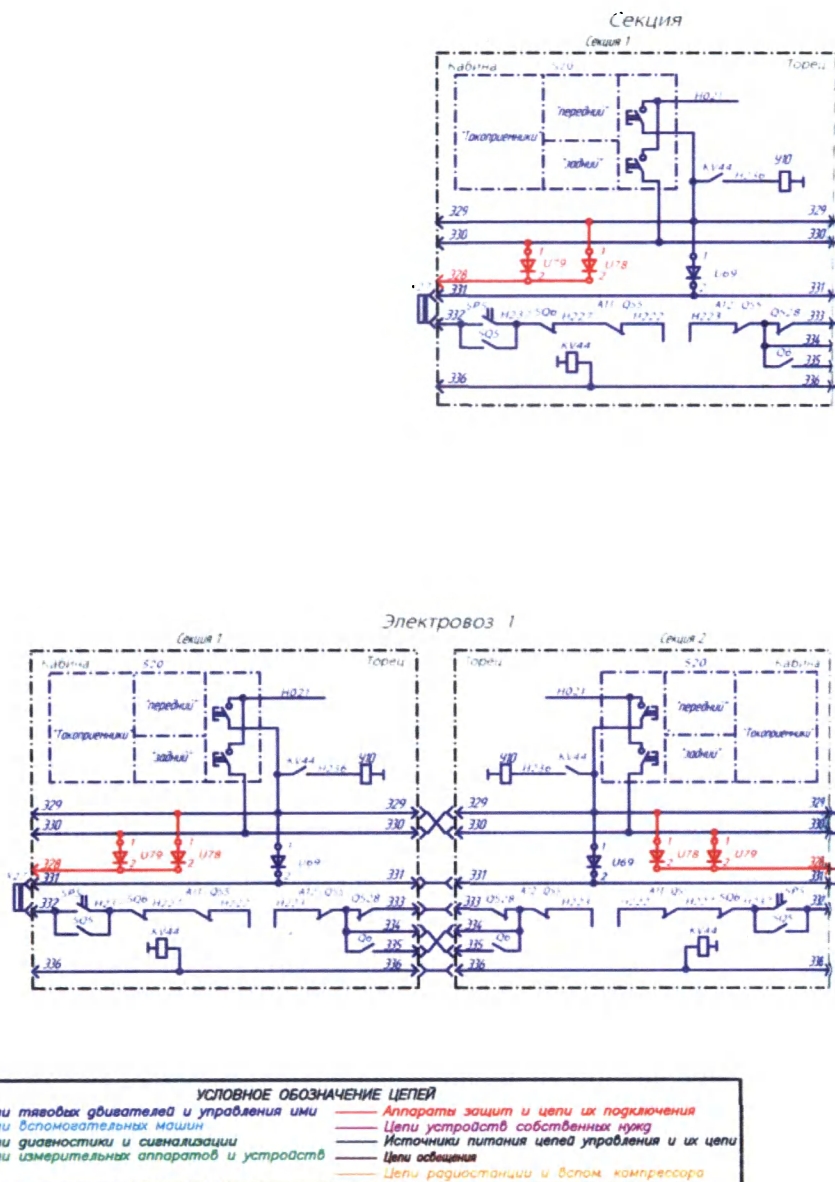
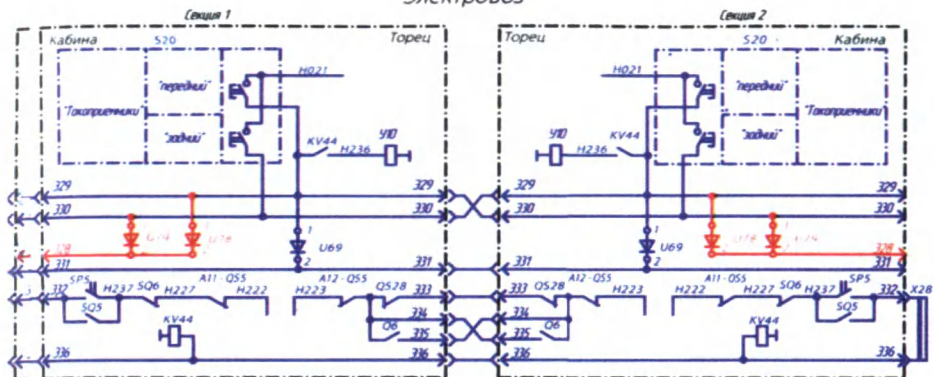
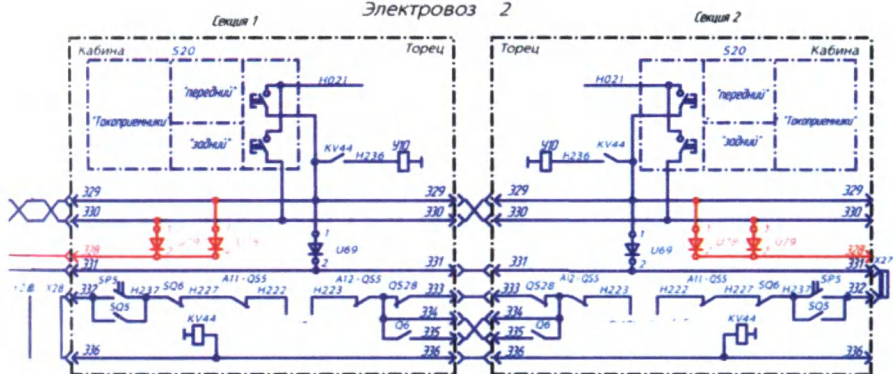


Рис. 203 Схема цепей управления токоприемниками головных(хвостовых) секций

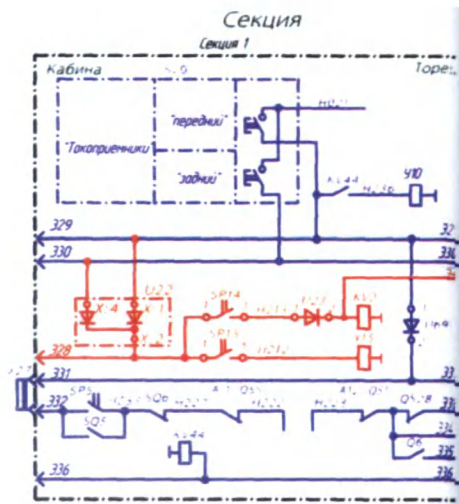
Электровоз



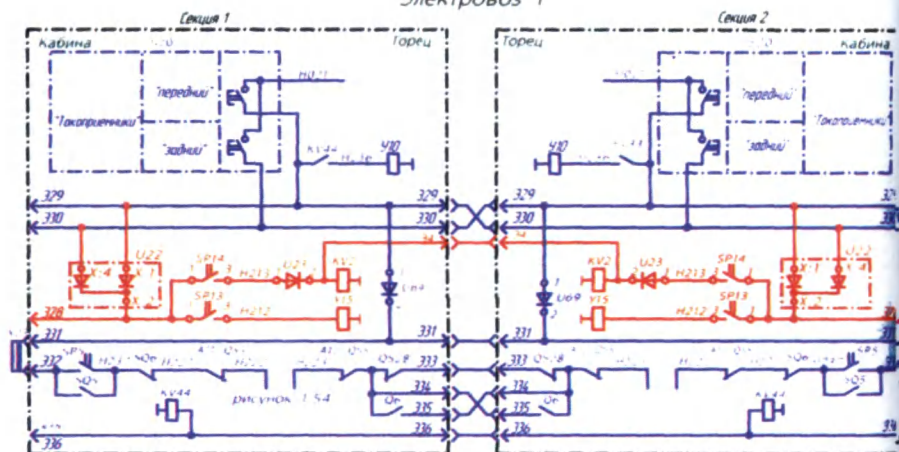
Электровоз 2



при работе по системе многих единиц для электровозов 2ЭС5К до № 025



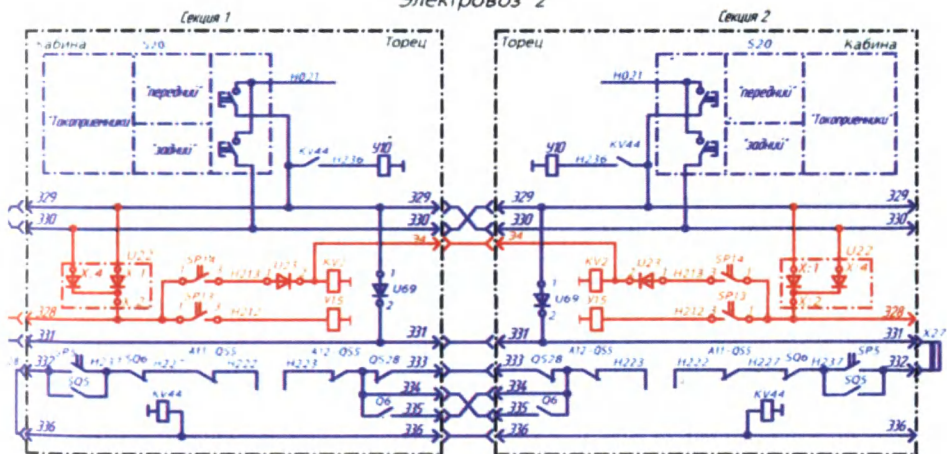
Электровоз 1



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- | | |
|--|--|
| — Цепи тяговых двигателей и управления ими | — Аппараты защит и цепи их подключения |
| — Цепи вспомогательных машин | — Цепи устройств собственных нужд |
| — Цепи диагностики и сигнализации | — Источники питания цепей управления и их цепи |
| — Цепи измерительных аппаратов и устройств | — Цепи обмотки |
| | — Цепи радиостанции и вкл. компрессора |

Электровоз 2



297

Если необходимо перейти в режим работы включения двигателя компрессора на отключенной секции двухсекционного электровоза, когда включаются разъединители секции QS28 обеих секций, то поднять токоприемник возможно только при отключенном в среднее положение переключателе вспомогательных цепей Q6 на отключенной секции. Если необходимо перейти в режим работы включения двигателя компрессора на отключенной любой секции трехсекционного электровоза с бустерной секцией, когда включается разъединитель QS27 или QS28 бустерной секции и разъединитель QS28 соответствующей головной (хвостовой) секции, то поднять токоприемник возможно только при установленном в среднее положение переключателе вспомогательных цепей Q6 отключенной секции. При этом контактами переключателя Q6 шунтируются отключенные контакты разъединителей секций QS28 головной и хвостовой секций и контакты разъединителей QS27 или QS28 бустерной секции. Это блокирование необходимо для предотвращения включения обмоток собственных нужд тяговых трансформаторов всех секций на параллельную работу. При параллельной работе указанных обмоток и при отключении на одной из секций главного выключателя от действия аппаратов защиты возникает трансформация напряжения обмотки 280 В на обмотку 25 кВ на отключенном трансформаторе, что может привести к повреждению.

При сборе по СМЕ двухсекционного электровоза и секции или двухсекционных электровозов цепи управления токоприемниками аналогичны описанным выше и приведены на рис. 203 (для электровозов 2ЭС5К до № 025 включительно) и рис. 204 (для электровозов 2ЭС5К с № 026 и 3ЭС5К с № 001).

Вилки Х27 и Х28 применены для обеспечения блокирования высоковольтных камер трех секций при работе по СМЕ и секций трехсекционного электровоза с бустерной секцией. При работе по СМЕ трех секций вилка Х27 вставляется в лобовую розетку Х22 электровоза, а вилка Х28 в лобовую розетку Х22 третьей секции. Для трехсекционного электровоза с бустерной секцией вилка Х27 вставляется в лобовую розетку Х22 головной (хвостовой) секции, вилка Х28 вставляется в лобовую розетку Х22 хвостовой (головной) секции.

При включении выключателя ТОКОПРИЕМНИКИ/ЗАДНИЙ в кабине головной (хвостовой) секции при работе трех секций по

СМЕ поднимается задний токоприемник сцепы из трех секций, а при работе двух двухсекционных электровозов по СМЕ — задний токоприемник на каждом электровозе. При работе трех секций по СМЕ для исключения в нормальных режимах работы электровоза поднятия токоприемника во второй (средней) секции разобшительный кран у клапана токоприемника на этой секции должен быть перекрыт.

7.3. Цепи управления главным выключателем

Схема цепей управления главным выключателем QF1 головной (хвостовой) секции приведена на рис. 201, бустерной секции — на рис. 202. Включение главного выключателя возможно только при закрытых дверях и шторах высоковольтной камеры (контролируется с помощью реле KV44).

Для включения главного выключателя необходимо:

- установить в рабочее положение рукоятку устройства блокировки тормозов SQ1:
- на головной (хвостовой) секции включить выключатели SF21 ТОКОПРИЕМНИКИ, SF22 ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, SF23 ТЯГА в соответствии с рис. 198, выключатели ТОКОПРИЕМНИКИ/ЗАДНИЙ (или ТОКОПРИЕМНИК/ПЕРЕДНИЙ), ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ блока выключателей S20, реверсивную рукоятку контроллера машиниста SM1 вывести из положения «0». При этом на всех секциях электровоза включаются переключатели SA5, промежуточные реле KV2, KV21—KV23, KV44, вентили защиты У1 и замыкаются цепи питания удерживающих электромагнитов УА2 главных выключателей QF1. Напряжение на катушку ВКЛ переключателя SA5 головной (хвостовой) секции подается по цепи: выключатель SF23 ТЯГА, провод Н023, устройства блокировки тормозов SQ1, провод Н18, выключатель ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ блока S20, провод Н19, контакты 5-6 контроллера машиниста SM1, провод Н20, панель диодов U61, тумблер S61 ОТКЛЮЧЕНИЕ СЕКЦИИ/С1, провод Э65.

Для двухсекционного электровоза на катушку ВКЛ переключателя SA5 хвостовой секции напряжение подается через панель диодов U62, тумблер S62 ОТКЛЮЧЕНИЕ СЕКЦИИ/С2, провод Э66 головной секции, который соединяется с проводом Э65 хвостовой секции.

Для трехсекционного электровоза (с бустерной секцией) на катушку ВКЛ переключателя SA5 бустерной секции напряжение подается через панель диодов U62, тумблер S62 ОТКЛЮЧЕНИЕ СЕКЦИИ/С2, провод Э66 головной секции, который соединяется с проводом Э65 бустерной секции. На катушку ВКЛ переключателя SA5 хвостовой секции напряжение подается через панель диодов U63, тумблер S63 ОТКЛЮЧЕНИЕ СЕКЦИИ/С3, провод Э67 головной секции, который соединяется с проводом Э65 хвостовой секции.

Переключатели SA5 всех секций устанавливаются в положение ВКЛ и замыкают свои контакты в цепях катушек включающего и удерживающего электромагнитов главных выключателей.

Панели диодов U61—U64 головной (хвостовой) секции исключают подачу напряжения на провод Н20 других секций от проводов Э61, Э62, Э65, Э66, обеспечивая возможность управления переключателями SA5 из головной (хвостовой) секции независимо от положения тумблеров S61—S64 других секций;

- кратко временно (от 2 до 3 с) включить выключатель ВОЗРАТ ЗАЩИТЫ блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции. При этом по проводу Э27 через замыкающий контакт реле KV21 замыкаются цепи питания катушек реле KV43 на всех секциях электровоза, которые своими контактами подают питание включающим электромагнитам YA1 главных выключателей QF1. Главные выключатели включаются на всех секциях. С включением главного выключателя размыкаются его контакты в цепи включающего электромагнита и замыкаются контакты в цепи катушки реле KV41. Включившись, реле KV41 самоблокируется и размыкает дополнительную цепь катушки включающего электромагнита главного выключателя, предотвращая звонковую работу выключателя в случае его включения при коротком замыкании в силовых и вспомогательных цепях. Катушки включающего и удерживающего электромагнитов главного выключателя соединены с корпусом через контакты реле минимального давления SP. Контакты этого реле замыкаются при давлении сжатого воздуха в резервуаре главного выключателя $5,8 \text{ кгс/см}^2$ — $0,2 \text{ кгс/см}^2$ и размыкаются при давлении $4,8 \text{ кгс/см}^2$ — $0,2 \text{ кгс/см}^2$. Напряжение на катушку удерживающего электромагнита YA2 главного выключателя подается по цепи: выключатель SF22 ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, провод Н022, выключатель ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ блока S20, провод Э26, контакты переключателя SA5, реле KV44,

реле KV2, реле заземления KV1, реле перегрузки KA8, KA9, реле максимального тока K2 главного выключателя QF1. Напряжение на катушку удерживающего электромагнита YA2 главных выключателей QF1 других секций электровоза подается по проводу Э26 с головной (хвостовой) секции. Отключение главного выключателя QF1 контактами аппаратов происходит: реле KV1 — при замыканиях на корпус силовых цепей, реле KV44 — при отключении цепи токоприемника, реле KV2 — при снижении давления в резервуаре токоприемника ниже 0,19 МПа (1,9 кгс/см²), реле KA8, KA9 — при коротких замыканиях, соответственно, в цепях питания обмоток возбуждения тяговых двигателей и вспомогательных машин, реле K2 — при токовых перегрузках и коротких замыканиях в цепи первичной обмотки тягового трансформатора. Контакты переключателя SA5 в цепях катушек включающего и удерживающего электромагнитов обеспечивают возможность отключения главного выключателя на любой из секций в случае ее неисправности. Для ограничения перенапряжений, возникающих на катушке удерживающего электромагнита YA2 главного выключателя QF1 при его отключении, установлено шунтирующее устройство A22.

7.4. Цепи управления быстродействующими выключателями

Схема цепей управления быстродействующими выключателями (БВ) головной (хвостовой) секции приведена на рис. 200, 201, бус-терной секции — на рис. 202.

Быстродействующие выключатели QF11, QF12 в блоках силовых аппаратов A11, A12 включается с помощью выключателя ВОЗВРАТ ЗАЩИТЫ блока S20 головной (хвостовой) секции после включения главного выключателя. При включении выключателя ВОЗВРАТ ЗАЩИТЫ по проводу Э27 через замыкающийся контакт реле KV21 включается реле KV43 всех секций электровоза и контактами с проводами H017, H150 подают напряжение на включающие катушки быстродействующих выключателей, обеспечивая приближение якорей выключателей к магнитопроводам удерживающих катушек. После включения главного выключателя и подачи питания на удерживающие катушки БВ размыкаются собственные контакты в цепи включающих катушек БВ, и процесс включения быстродействующих выключателей завершается замыканием силовых контактов. О включении БВ свидетельствует погасание индикаторов ТД1—ТД4

(рис. 237) блока сигнализации А23 в рабочей кабине, после чего выключатель ВОЗВРАТ ЗАЩИТЫ блока S20 должен быть отключен. Собственные контакты выключателей в цепи включающих катушек исключает подачу напряжения на катушки при включенных выключателях и, следовательно, размыкание силовых контактов под токовой нагрузкой.

Необходимым условием для включения быстродействующих выключателей является наличие напряжения на удерживающих катушках БВ. Напряжение на удерживающие катушки подается через предохранитель F37, контакты разъединителей QS3, QS4, реле KV22 или контакторов KM41, KM42, блок-контакты главного выключателя QF1, контакты разъединителей QS11, QS12 блоков силовых аппаратов A11, A12. Контакты разъединителей QS3, QS4 отключают быстродействующие выключатели при отключении разъединителями неисправных выпрямительно-инверторных преобразователей, исключая возможность протекания генераторного тока тяговых двигателей через преобразователь.

Блок-контакты главного выключателя QF1 отключают быстродействующие выключатели при отключении главного выключателя, прерывая генераторный ток тяговых двигателей через незакрывшиеся тиристоры преобразователей, если до отключения электровоз работал в режиме рекуперативного торможения.

Контакты реле KV22 обеспечивают включение быстродействующих выключателей при положении «0» главной рукоятки контроллера машиниста головной (хвостовой) секции. Отключением контакторов KM41, KM42 в рабочем режиме электровоза отключаются быстродействующие выключатели, что сокращает время протекания тока короткого замыкания при «опрокидывании» инвертора вследствие снятия контакторами напряжения с блоков питания выпрямительно-инверторных преобразователей в режиме рекуперативного торможения.

Контакты разъединителей QS11, QS12 блоков A11, A12 отключают быстродействующие выключатели при отключении разъединителями неисправных тяговых двигателей, обеспечивая двухстороннее отключение двигателей.

Для подачи напряжения на тяговые двигатели от депокской сети через розетку X4 необходимо включить разъединитель QS5 соответс-

твующего блока силовых аппаратов A11 или A12 и быстродействующий выключатель QF11 или QF12, в зависимости от того, на какой двигатель должно быть подано напряжение (обеспечивается включением, соответственно, разъединителя QS11 или QS12). Отличительной особенностью управления быстродействующими выключателями в этом случае является то, что для обеспечения их включения не требуется включать главный выключатель QF1 и выключатель **ТОКОПРИЕМНИКИ** блока S20 головной (хвостовой) секции. Достаточно включения выключателей **ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ** и **ВОЗВРАТ ЗАЩИТЫ** блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции.

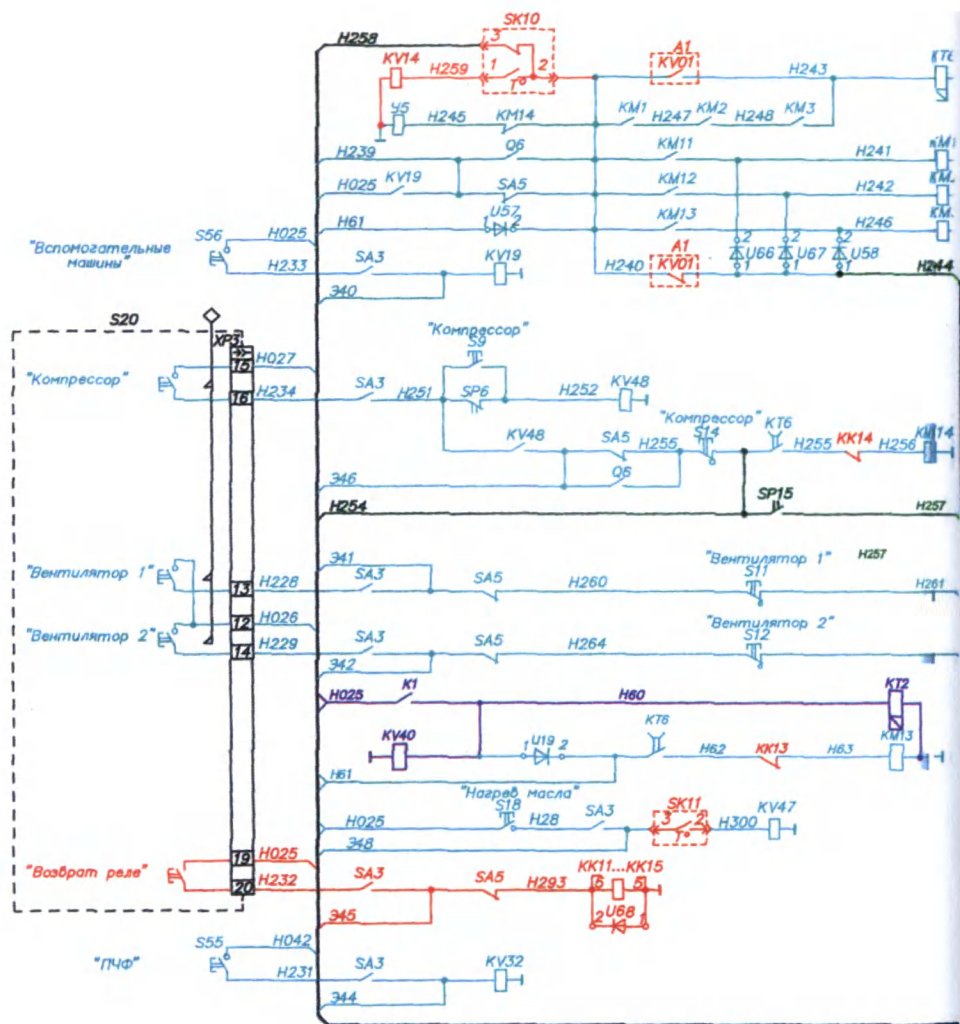
При включении выключателя **ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ** блока S20 по проводу Э26 через контакты разъединителей QS5 блоков A11, A12 подается напряжение на удерживающие катушки быстродействующих выключателей. При включении выключателя **ВОЗВРАТ ЗАЩИТЫ** блока S20 по проводу Э27 включается реле KV43, которое замыкает свои контакты в цепи питания включающих катушек быстродействующих выключателей, обеспечивая их включение.

Отключение быстродействующих выключателей осуществляется отключением выключателя **ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ** блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции.

7.5. Цепи управления вспомогательными машинами

Схема цепей управления вспомогательными машинами головной (хвостовой) секции приведена на рис. 205, бустерной секции — на рис. 206.

Управление вспомогательными машинами осуществляется тумблером S56 **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ**, выключателями **КОМПРЕССОР**, **ВЕНТИЛЯТОРЫ** 1,2 блока выключателей S20, установленными на пульте машиниста головной (хвостовой) секции и тумблерами S14 **КОМПРЕССОР**, S11 **ВЕНТИЛЯТОР** 1, S12 **ВЕНТИЛЯТОР** 2, S13 **ПЧФ**, S17 **МАСЛОНАСОС**, установленными в проходном коридоре каждой секции электровоза. Указанные тумблеры предназначены для отключения, при необходимости, электродвигателей соответствующих вспомогательных машин (например, в случае неисправности). Управление электродвигателем вентилятора M13 осуществляет контроллером машиниста SM1 головной (хвостовой) секции в режиме рекуперативного торможения.



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

Цепи тяговых двигателей и управления ими
 Цепи вспомогательных машин
 Цепи диагностики и сигнализации

Аппараты защиты и цепи их подключения
 Цепи радиостанции и вспом. компрессора
 Цепи измерительных аппаратов и устройств

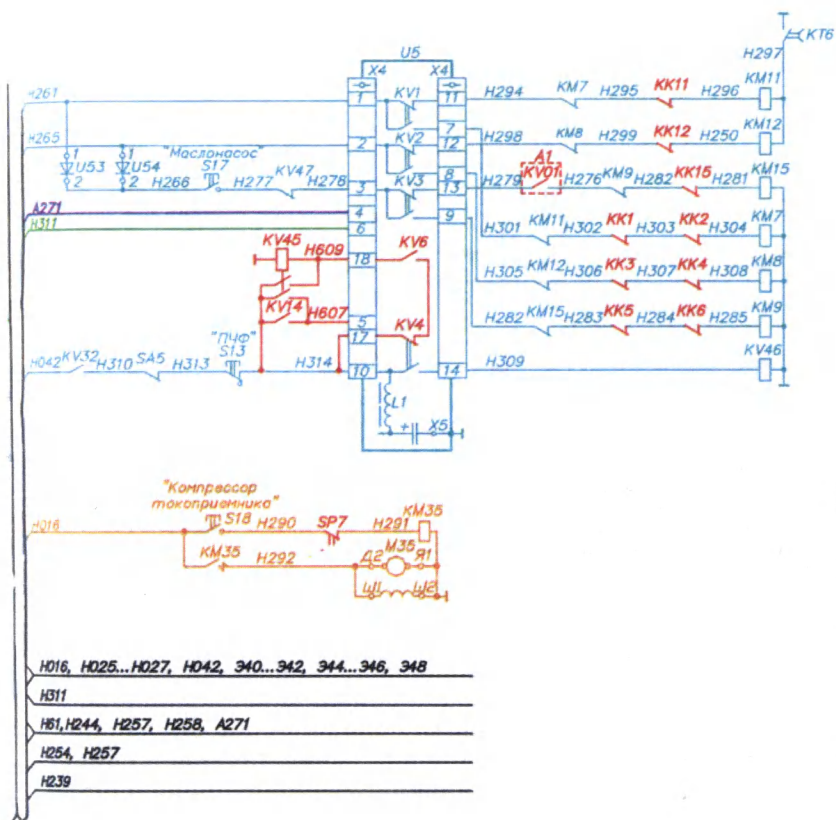
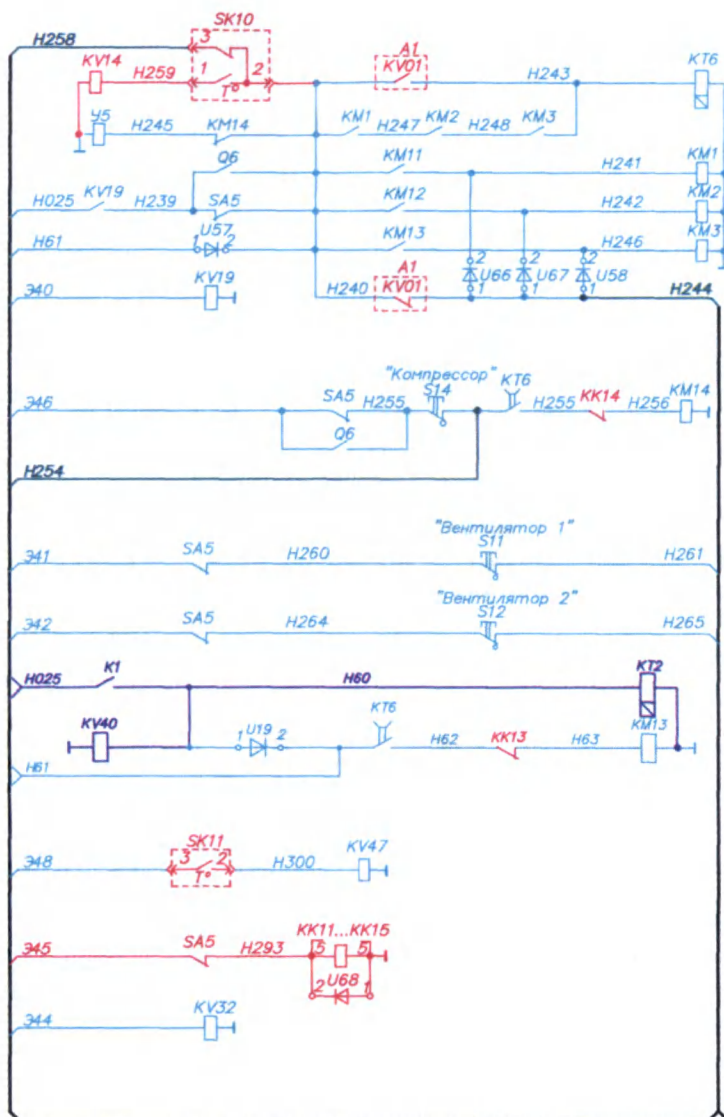


Рис. 205. Схема цепей управления вспомогательными машинами головной (хвостовой) секции



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- | | |
|--|--|
| — Цепи тяговых двигателей и управления ими | — Аппараты защиты и цепи их подключения |
| — Цепи вспомогательных машин | — Цепи радиостанции и систем компрессоров |
| — Цепи диагностики и сигнализации | — Цепи измерительных аппаратов и устройств |

Для обеспечения питания цепям управления вспомогательными машинами необходимо включить выключатели SF25 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ всех секций, SF26 ВЕНТИЛЯТОРЫ 1, 2, SF27 КОМПРЕССОР головной (хвостовой) секции. При подготовке вспомогательных машин к пуску необходимо предварительно включить тумблер S56 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ головной (хвостовой) секции, который по проводу Э40 включает реле KV19 каждой секции электровоза. При этом через контакты реле KV19, контакты переключателя SA5, контакты реле контроля напряжения KV01 панели A1, панели диодов U66, U67, U58 подается напряжение на катушки контакторов KM1—KM3. Включившись, контакторы подключают конденсаторы C101—C103, C106 и 1/2 конденсатора C105 к цепям вспомогательных машин в соответствии с рис. 192—194 для головной (хвостовой) секции и с рис. 195 для бустерной секции и замыкают цепь питания катушки реле времени KT6. Реле включается, замыкая свои контакты в цепях питания катушек контакторов KM11—KM14, обеспечивая возможность пуска первой из вспомогательных машин при условии, что в ее цепь включены все вышеуказанные конденсаторы. Чтобы исключить возможность звонковой работы контактора KM14 при включении компрессора во время отключения вентиляторов, реле KT6 выполнено с задержкой времени на отключение в диапазоне от 1 до 1,5 с. Диоды панелей U67, U67, U58 в цепи катушек контакторов KM1—KM3 исключают подачу напряжения на провод H244 от проводов H241, H242, H246 после включения реле контроля напряжения KV01 панели A1 при пуске вспомогательных машин, исключая тем самым «паразитную» связь между проводами H241, H242, H246 и подачу напряжения от этих проводов на катушку разгрузочного клапана Y5.

При включении выключателя КОМПРЕССОР блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции через контакты датчика-реле давления SP6 подается напряжение на катушку реле KV48, которое по проводу Э46 включает контакторы KM14 каждой секции, осуществляя пуск электродвигателей компрессора M14. В процессе пуска напряжение между фазами C2 и C3 увеличивается и при достижении значения $300\text{ В} \pm 50\text{ В}$ контакторы KM1—KM3 отключаются контактами реле контроля напряжения KV01 панели A1, отключая конденсаторы C101—C103, C106 и 1/2 конденсатора C105. Реле KT6 остается включенным, получая питание через контакты

реле контроля напряжения KV01 панели А1. О срабатывании реле контроля напряжения KV01 панели А1 выдается информация на блок индикации А78 головной (хвостовой) секции. Если реле KV01 не включается, то до выявления и устранения причины работы компрессора (как и любой другой машины) разрешается только при работающих вентиляторах 1, 2.

При достижении давления воздуха в питательной магистрали $0,9 \text{ МПа} \pm 0,025 \text{ МПа}$ ($9 \text{ кгс/см}^2 \pm 0,25 \text{ кгс/см}^2$) контакты датчика-реле давления SP6 головной (хвостовой) секции размыкаются, отключая реле KV48, которое своими контактами отключает контакторы KM14 всех секций. Компрессоры при этом останавливаются, а разгрузочные клапаны У5, включившись контактами контакторов KM14, соединяют нагнетательные патрубки компрессоров с атмосферой, облегчая в дальнейшем пуск электродвигателей компрессоров. Для обеспечения возможности включения электродвигателя компрессора M14 при разомкнутых контактах датчика-реле давления SP6 головной (хвостовой) секции параллельно им включены контакты выключателя S9 КОМПРЕССОР с самовозвратом. При отключении неисправного компрессора (или его электропривода) тумблером S14 КОМПРЕССОР обеспечивается возможность включения исправных компрессоров других секций при управлении из рабочей кабины.

При отключении любой секции электровоза переключателем SA5 контактор KM14 данной секции отключается контактами переключателя SA5 с проводами Э46, Н253. Контакты переключателя SA5 с проводами Э46, Н253 шунтируются контактами переключателя Q6 при питании электродвигателя компрессора M14 на отключенной секции от другой секции по аварийной схеме.

На каждой секции контроль давления масла в компрессоре осуществляется с помощью датчика SP15, контакты которого подают сигнал в блок управления А55 своей секции и в блок сигнализации А23 головной (хвостовой) секции. При включении компрессора сигнал поступает и после пуска исчезает. Если сигнал продолжает поступать, то соответствующий компрессор должен быть немедленно отключен.

При включении выключателей ВЕНТИЛЯТОРЫ 1,2 блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции по проводам Э41, Э42 на каждой секции включаются контакторы KM11, KM12, которые

силовыми контактами включают соответствующие электродвигатели вентиляторов, а вспомогательными контактами включают соответствующие контакторы КМ1, КМ2. Если до включения указанных выключателей не работает ни одна из вспомогательных машин, то пуск электродвигателя вентилятора осуществляется при включенных контакторах КМ1—КМ3 (всех) аналогично описанному выше пуску электродвигателя компрессора. Отличие состоит в том, что после размыкания контактов реле контроля напряжения KV01 панели А1 один из контакторов КМ1—КМ3 остается включенным. При включении электродвигателей вентиляторов М11, М12 через панели диодов U53, U54 по проводам Н261, Н265 подается питание на контактный зажим Х4:3 преобразователя частоты и числа фаз U5 и далее на катушку контактора КМ15, силовыми контактами которого включается электродвигатель маслососа М15 тягового трансформатора. В цепь питания катушки контактора КМ15 включены контакты реле KV47, не допускающие включения контактора при включенном тумблере S18 НАГРЕВ МАСЛА головной (хвостовой) секции.

При установке главной рукоятки контроллера машиниста головной (хвостовой) секции в положение П, РЕКУПЕРАЦИЯ включается контактор КМ13, силовыми контактами которого включается электродвигатель вентилятора М13. При этом по проводу Н61 через панель диодов U57 подается питание катушке контактора КМ3, который подключает конденсаторы С106 и $1/2$ конденсатора С105 в качестве рабочих для электродвигателя вентилятора М13.

Для обеспечения возможности работы электродвигателей вентиляторов М11, М12 и маслососа М15 с низкой частотой вращения (с питанием от преобразователя частоты и числа фаз U5) необходимо включением тумблера S55 ПЧФ головной (хвостовой) секции подать напряжение на преобразователь U5 через контакты переключателя SA5. Контакты переключателя SA5 служат для отключения преобразователя U5 на неисправной секции.

Запрещается включать преобразователь U5 при работающих электродвигателях вентиляторов М11, М12 на нормальной частоте вращения во избежание возможности перехода их в генераторный режим с большими тормозными силами.

При включенном преобразователе U5 и отсутствии тока тяговых двигателей пуск и работа электродвигателей вентиляторов М11, М12

и маслонасоса М15 осуществляется с питанием преобразователя U5 напряжением частоты $16\frac{2}{3}$ Гц, при этом включаются контакторы КМ7—КМ9. Контакты контакторов КМ11, КМ12 в цепи катушек контакторов КМ7, КМ8 обеспечивают возможность включения последних только после отключения контакторов КМ11, КМ12. Аналогично назначение контактора КМ15 в цепи катушки контактора КМ9.

При токе тяговых двигателей от 500 до 510 А и более через время 80 ± 5 с отключается контактор КМ7 и включается контактор КМ11, подключая электродвигатель вентилятора М11 к обмотке собственных нужд тягового трансформатора на питание напряжением частоты 50 Гц. Аналогично осуществляется поочередное, с интервалом 2—3 с, переключение электродвигателей вентилятора М12 и маслонасоса М15.

При токе тяговых двигателей от 480 до 490 А и менее через время 80 ± 5 с отключаются контакторы КМ11, КМ12, КМ15 и включаются контакторы КМ7—КМ9, в течение 10 ± 1 с двигатели находятся в состоянии выбега, а потом одновременно получают питание от преобразователя U5. Сигнал на изменение частоты вращения электродвигателей вентиляторов подается в преобразователь U5 от блока управления от блока управления А55 по проводу А271 (наличие напряжения 50 В соответствует нормальной частоте вращения электродвигателей, отсутствие напряжения соответствует низкой частоте вращения электродвигателей). По проводу Н311 передается в блок управления А55 информация о температуре воздуха в кузове электровоза.

С целью исключения разбора схемы электровоза в периоды отключенного состояния электродвигателей вентиляторов (при переводе их с низкой частоты вращения на нормальную и наоборот) параллельно контактам контакторов КМ7—КМ9, КМ11, КМ12, КМ15 и реле КV47 в цепях питания катушек контакторов КМ41, КМ42 и реле КТ7 включены контакты реле КV46, размыкающиеся после переключения электродвигателей на соответствующую частоту вращения. Реле КV46 управляется блоком управления преобразователя частоты и числа фаз U5.

При срабатывании тепловых реле КК11—КК15 отключаются контакторы КК11—КК15 соответствующих электродвигателей вспомогательных машин. Восстановить сработавшие тепловые реле на любой

секции можно дистанционно путем кратковременного включения—выключения ВОЗВРАТ РЕЛЕ блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции.

При срабатывании тепловых реле КК1—КК6 отключаются контакторы КМ7—КМ9 соответствующих электродвигателей вспомогательных машин. Восстановление реле ручное. Проводами Н408, Н409 передается в блок управления А55 информация о наличии напряжения на катушках контакторов КМ15, КМ9, соответственно.

На головной (хвостовой) секции электровоза, наряду с главным компрессором, электродвигатель которого питается от обмотки собственных нужд тягового трансформатора, установлен вспомогательный компрессор М35, электродвигатель которого питается от шкафа питания А25 напряжением 50 В. Компрессор М35 служит для подъема токоприемника и включения главного выключателя при отсутствии сжатого воздуха в питательной магистрали. Для включения электродвигателя вспомогательного компрессора необходимо включить тумблер S25 КОМПЕРЕССОР ТОКОПРИЕМНИКА, установленный в блоке пневматики. При этом включается контактор КМ35, который обеспечивает включение электродвигателя компрессора М35. Напряжение подается через предохранитель F36 (см. рис. 198) и контакты датчика-реле давления SP7. В случае, если давление в магистрали главного выключателя поднимается до значения из диапазона от 0,67 МПа (6,7 кгс/см²) до 0,73 МПа (7,3 кгс/см²), контактор КМ35 отключается датчиком-реле давления SP7, отключая при этом электродвигатель компрессора М35.

7.6. Цепи управления тяговыми двигателями в режиме тяги

Схема цепей управления тяговыми двигателями головной (хвостовой) секции приведена на рис. 207, 208, бустерной секции — на рис. 209.

Для обеспечения возможности управления работой тяговых двигателей необходимо включить блок управления А55. Включение осуществляется с помощью выключателя МСУД блока выключателей S20 головной (хвостовой) секции. Напряжение на выключатель подается от выключателя SF45 МСУД в соответствии с рис. 210, 211. После включения выключателя МСУД блока выключателей S20 по проводу Н110 напряжение через контакты реле KV22 (включено только при положениях «0», П главной рукоятки контроллера ма-

шиниста SM1) подается на тумблеры S5—S8 БЛОК УПРАВЛЕНИЯ/С1—С4, а также на тумблеры S33—S36 С1—С4/МПК1/МПК2. Тумблеры S5—S8, установленные в кабине машиниста головной (хвостовой) секции, предназначены для включения контактора КМ43 на первой, второй, третьей и четвертой по ходу движения секции, соответственно.

После включения контактор КМ43 по проводу Э21 становится на самоподхват. Контакт КМ43 контактами с проводами С240, С243 и С1, С244 подает питание от обмоток собственных нужд тягового трансформатора к панелям питания А71, А72 (питание датчиков тока тяговых двигателей), а контактами с проводами Н045, Н088 и Н046, Н652 — от шкафа питания А25 к источнику питания А64.

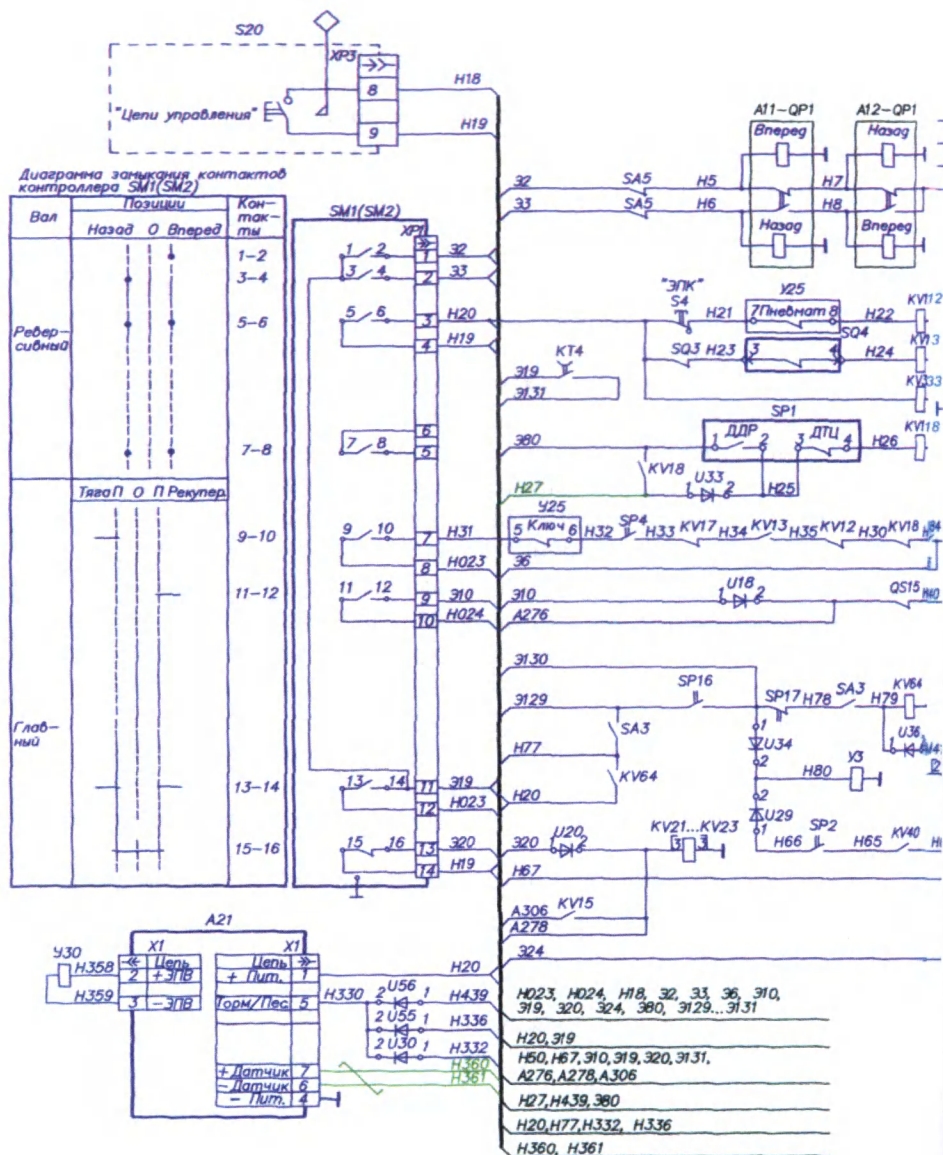
Для обеспечения питания аппаратуры МСУД-Н стабилизированным напряжением установлен источник питания А64, напряжение к которому поступает от шкафа питания А25 по проводам Э03, Н045, Н088 через выключатель SF45 МСУД и контакты контактора КМ43, а от аккумуляторной батареи — по проводам Н05, Н046, Н652 через выключатель SF46 МСУД и контакты контактора КМ43.

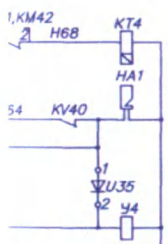
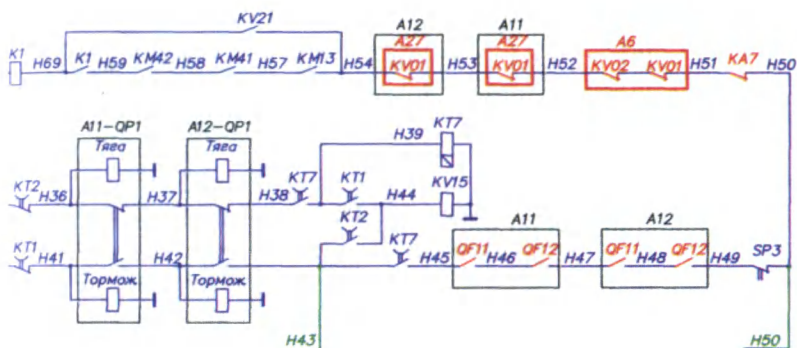
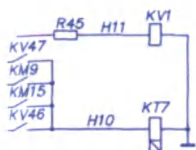
После включения контактора КМ43 питание к блоку управления А55 от источника питания А64 подается:

- через выключатель SF91 МПК1 и контакты реле КV63 для питания микроконтроллера МПК1;
- через выключатель SF92 ИПК2 и контакты реле КV63 для питания микроконтроллера МПК2;
- через выключатель SF93 ЦМК для питания центрального микроконтроллера.

Тумблеры S33—S36, установленные в кабине машиниста головной (хвостовой) секции, предназначены для переключения микроконтроллеров МПК1, МПК2 блока управления А55 (включение реле КV63) на первой, второй, третьей и четвертой по ходу движения секции, соответственно. Контакты реле КV63 в цепи питания МПК1 и МПК2 не допускают одновременной работы микроконтроллеров.

Контакты реле КV21 обеспечивают возможность включения реле КV63 только в положениях «0», П главной рукоятки контроллера машиниста SM1. Собственные контакты реле КV63 обеспечивают питание своей катушки на рабочих позициях главной рукоятки контроллера машиниста. Информация о включении реле КV63





УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

Цепи тяговых двигателей и управления ими	Аппараты защиты и цепи их подключения
Цепи вспомогательных машин	Цепи радиостанции и вкл. компрессора
Цепи диагностики и сигнализации	Цепи измерительных аппаратов и устройств

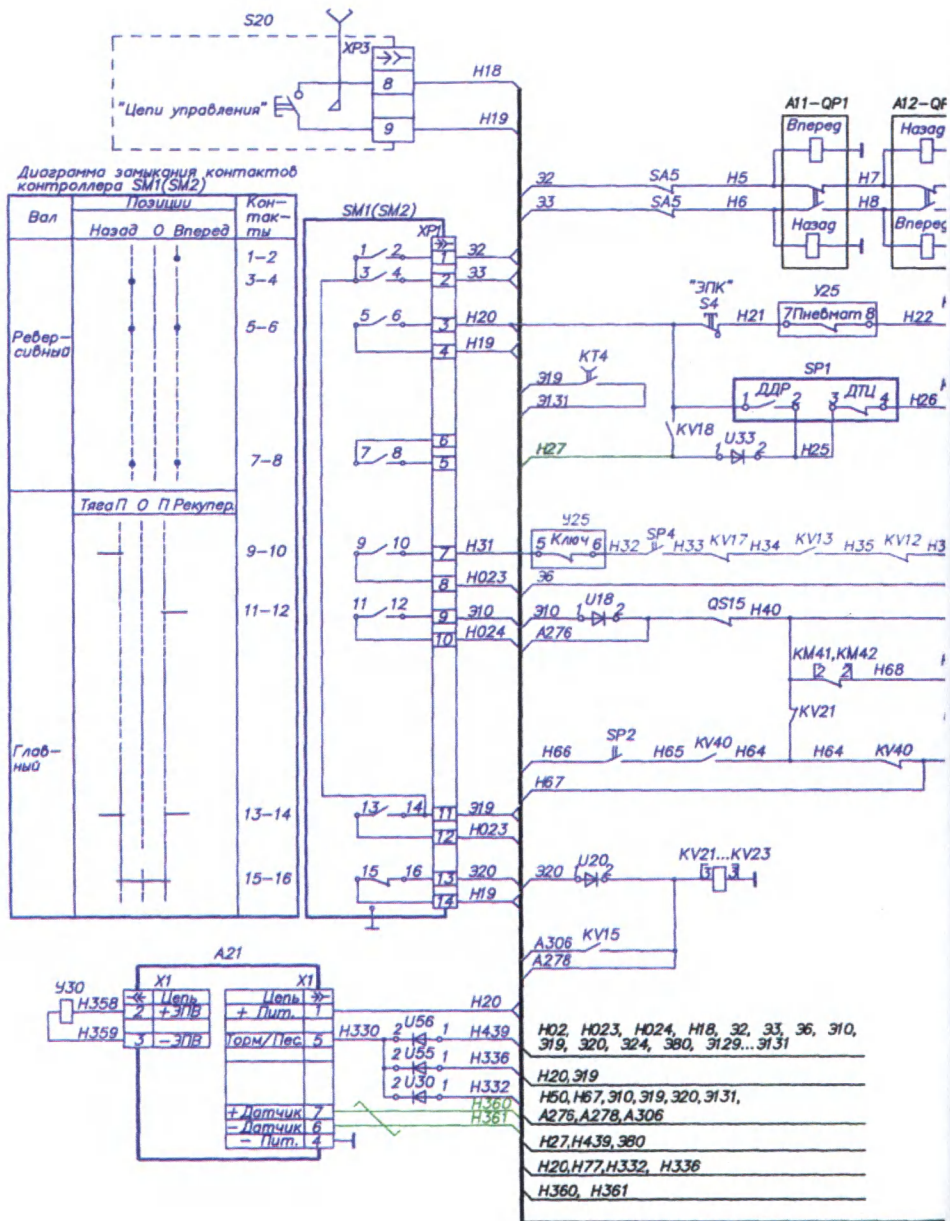
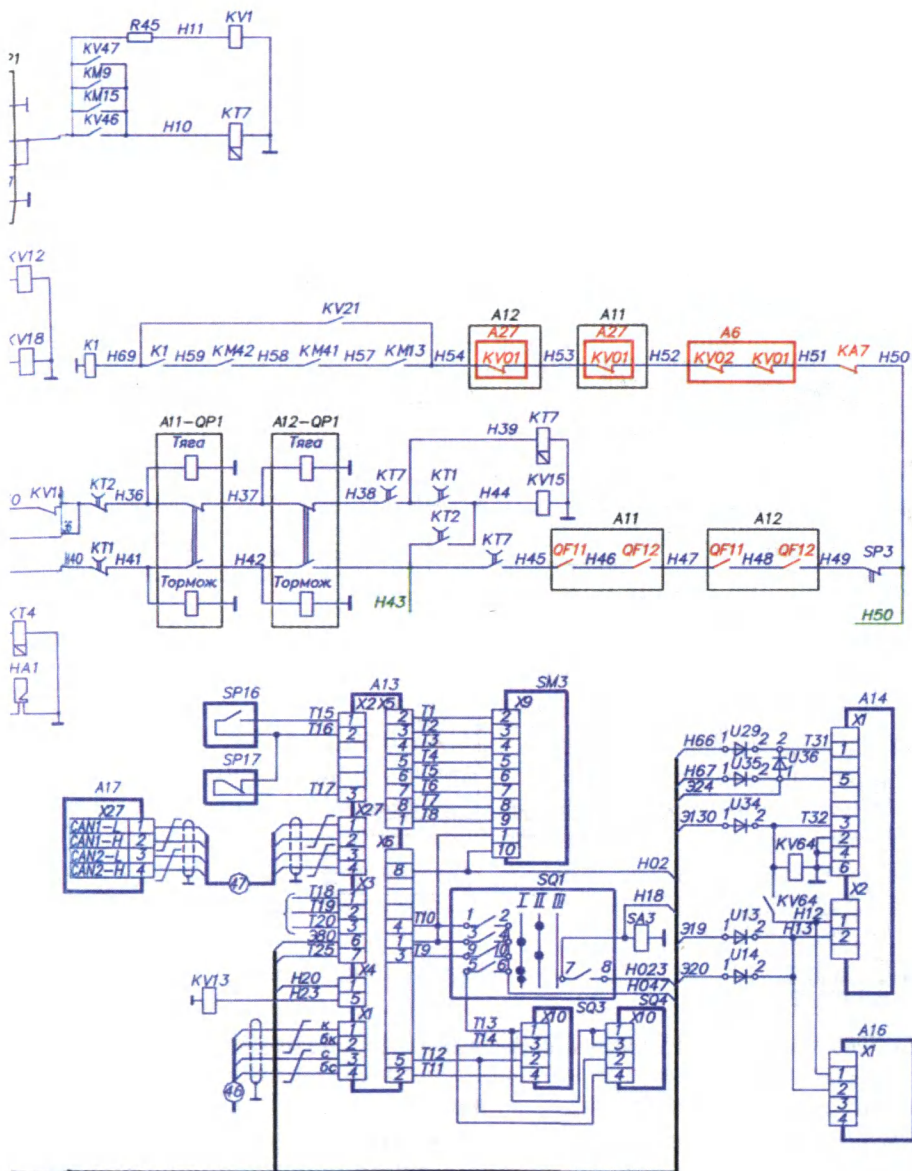


Рис. 208. Схема цепей управления тяговыми двигателями



головной (хвостовой) секции электровозов 2ЭС5К до № 026

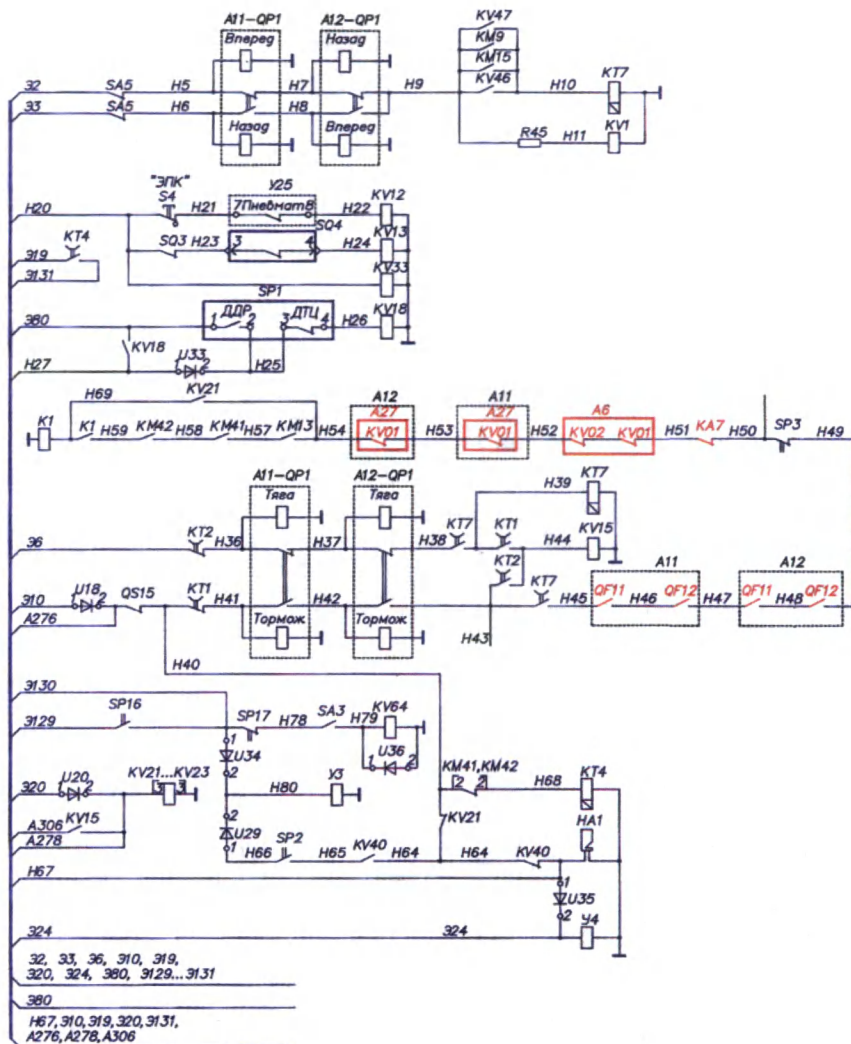


Рис. 209. Схема цепей управления тяговыми двигателями бустерной секции

подается в блок управления А55 по проводу А252. Кроме того, реле KV63 включается от блока управления А55 по проводу Н117 при неисправности МПК1, обеспечивая автоматическое включение МПК2.

Панели диодов U31, U32, U37—U50 предназначены для исключения «паразитных» связей в цепях питания реле KV63 и контактора КМ43.

При температуре ниже минус 40 °С должен включен выключатель SF90 ПОДОГРЕВ МСУД для подогрева блока управления А55. При температуре выше 0 °С выключатель должен быть выключен.

Управление тяговыми двигателями осуществляется с помощью контроллера машиниста SM1. При установке реверсивной рукоятки контроллера машиниста SM1 головной (хвостовой) секции в положение ВПЕРЕД (или НАЗАД) подается питание к катушкам реле KV12, KV13, KV18 по цепи: выключатель SF23 ТЯГА, контакты устройства блокировки тормозов SQ1, выключатель ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ блока S20 (см. рис. 198, 207, 208) и контакты 5-6 контроллера машиниста SM1. В цепь питания катушки реле KV13 включены также контакты крана машиниста SQ4. Напряжение на катушки ТЯГА переключателей QT1 блоков силовых аппаратов А11, А12 подается через выключатель SF23 ТЯГА, контакты 9-10 контроллера машиниста SM1, контакты электропневматического клапана автостопа У25, контакты пневматического выключателя SP4, контакты реле KV12, KV13, KV17, KV18 и КТ2 при переводе электровоза из режима электрического торможения в режим тяги обеспечивают переключение переключателей QT1 блоков А11, А12 без токовой нагрузки (контакты реле замыкаются с выдержкой времени после отключения блоков питания ВИП от обмотки возбуждения тягового трансформатора, поэтому к моменту их замыкания переходные процессы в цепях тяговых двигателей успевают затухнуть). По проводу Э6 с головной (хвостовой) секции питание подается переключателям QT1 блоков А11, А12 всех секций. Контакты реле KV17 обеспечивают сбор схемы тяги только при включенном блоке управления А55.

Сбор схемы завершается переводом главной рукоятки контроллера машиниста SM1 в положение П. При этом через контакты 13-14 и 1-2 (или 3-4) контроллера машиниста головной (хвостовой) секции по проводу Э2 или Э3 подается напряжение на катушки ВПЕРЕД (или НАЗАД) переключателей QP5 блоков А11, А12 всех секций. Переключатели переводятся в соответствующие положения, включается реле КТ7, предназначенное для контроля их переключения. По этой цепи также получает питание удерживающая катушка

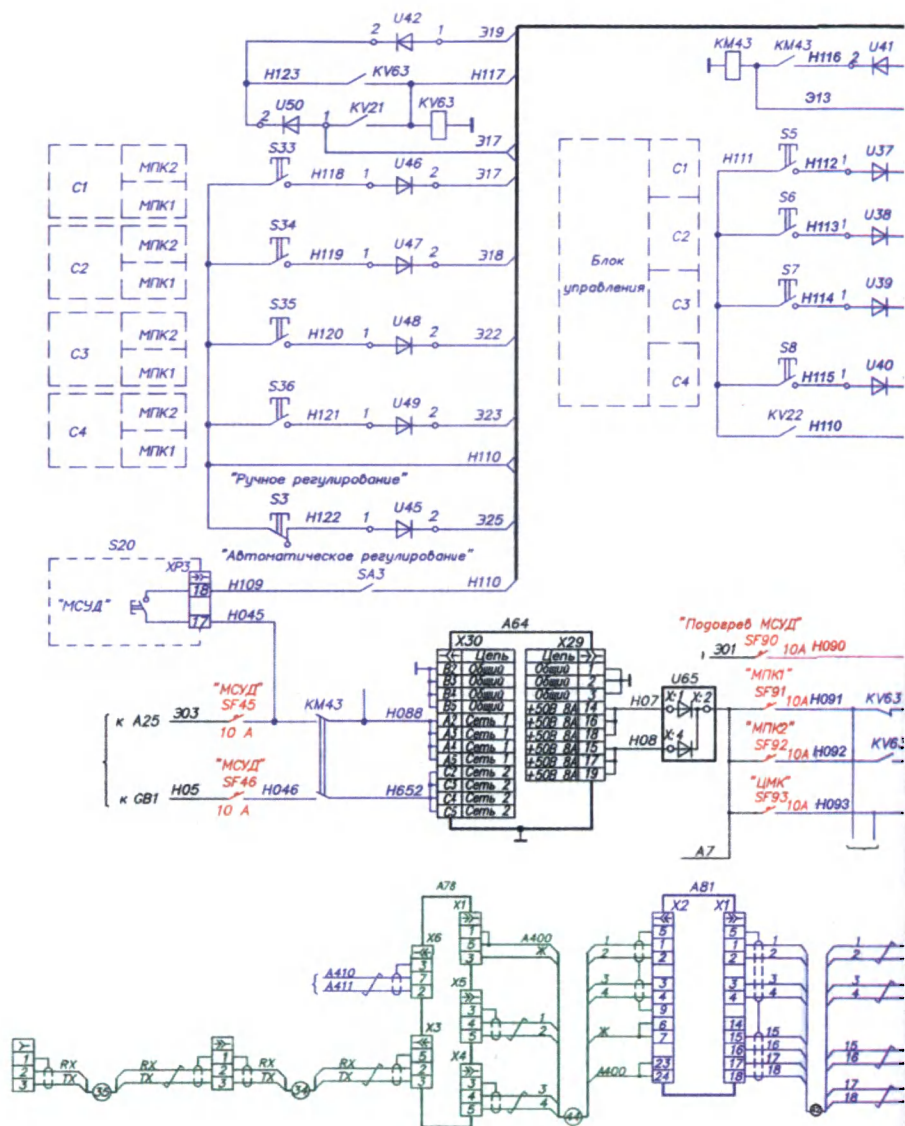
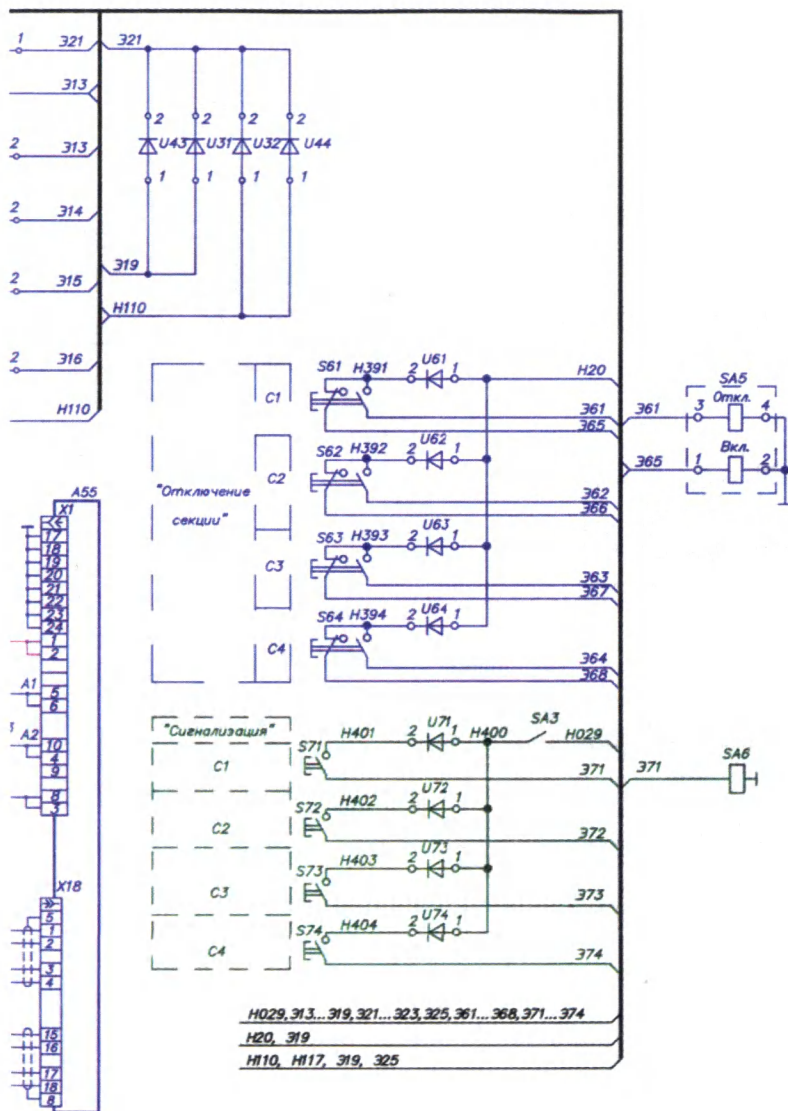


Рис. 210. Схема цепей управления включением МСУД-Н головной (хвостовой) секции



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- | | |
|--|--|
| Цепи тяговых двигателей и управления ими | Аппараты защиты и цепи их подключения |
| Цепи вспомогательных машин | Цепи устройств собственных нужд |
| Цепи диагностики и сигнализации | Источники питания цепей управления и их цепи |
| Цепи измерительных аппаратов и устройств | Цепи освещения |
| | Цепи радиостанции и впомп компрессора |

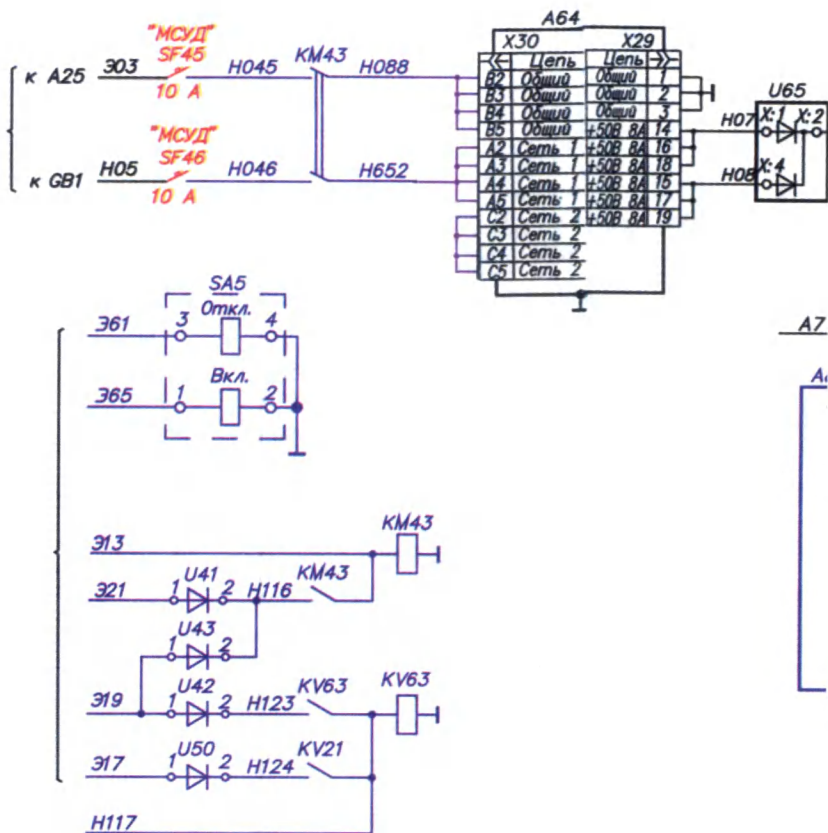
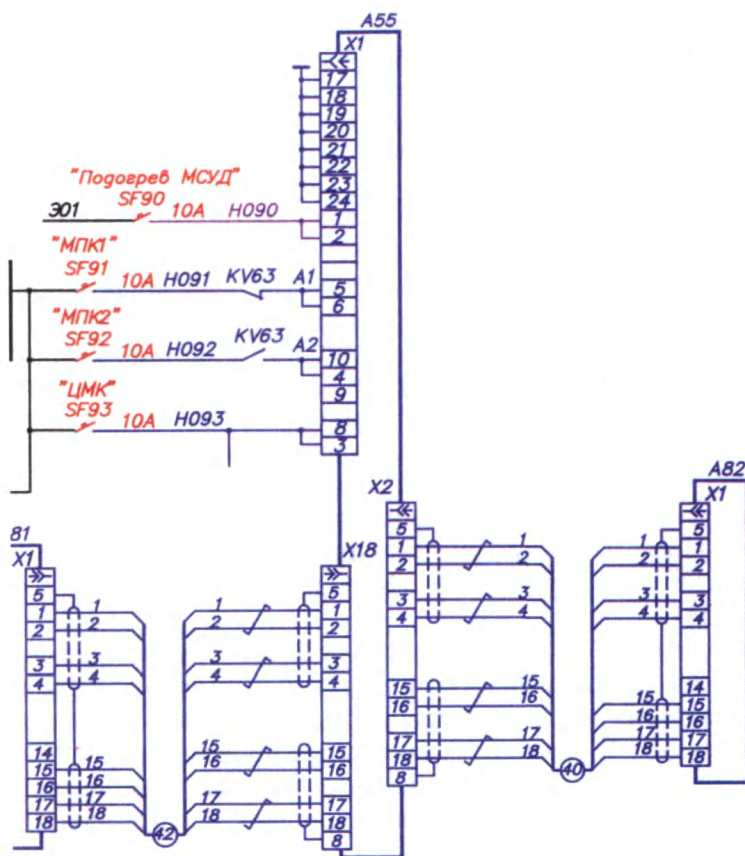


Рис. 211. Схема управления включением МСУД-Н бустерной секции



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- | | |
|--|--|
| — Цепи тяговых двигателей и управления ими | — Аппараты защиты и цепи их подключения |
| — Цепи вспомогательных машин | — Цепи устройств собственных нужд |
| — Цепи диагностики и сигнализации | — Источники питания цепей управления и их цепи |
| — Цепи измерительных аппаратов и устройств | — Цепи освещения |
| | — Цепи радиостанции и вспом. компрессора |

реле заземления KV1. Контакты контакторов KM9, KM15 и реле KV47 в цепи катушки реле KT7 предназначены для отключения реле в следующих случаях:

- отключение электродвигателя маслососа M15 системы охлаждения тягового трансформатора контактами контакторов KM9, KM15;
- в зимний период при длительной стоянке электровоза на открытом воздухе вязкость масла в тяговом трансформаторе резко увеличивается, и электродвигатель маслососа M15 системы охлаждения тягового трансформатора при пуске может выйти из работы. Поэтому при температуре масла ниже минус 15 °С тумблером S18 НАГРЕВ МАСЛА включается реле KV47. При этом контакты реле KV47 в цепи катушки KT7 замкнуты, а в цепи катушек контакторов KM9, KM15 разомкнуты и не допускают включения электродвигателя маслососа. Нагрев масла осуществляется за счет тепла, выделяемого в обмотках тягового трансформатора при работе электровоза. После нагрева до температуры минус 15 °С контактами датчика реле SK11 отключается реле KV47 и включается контактор KM9 или KM15.

Контакты реле KV46 в цепи катушки реле KT7 обеспечивает ее питание на период переключения вспомогательных машин с низкой скорости вращения на высокую скорость вращения и наоборот. Включившись реле KT7 замыкает контакты с проводами H38, H39 в цепи катушек реле KT1 и KV15. Указанные контакты предназначены для контроля соответствия положения переключателей QP1 блоков A11, A12 положению, заданному реверсивной рукояткой контроллера машиниста SM1. Включившись реле KT1 контактами в проводах H40, H41 размыкает цепь катушек ТОРМОЖЕНИЕ переключателей QT1 блоков A11, A12, а контактами в проводах H39, H44 подает питание катушке реле KV15. Контакты реле KV12, KV13, KV18 и пневматического выключателя SP4 в цепи катушек реле KT1 и KV15 головной секции предназначены для отключения этих реле в следующих случаях:

- при срабатывании электропневматического клапана автостопа Y25. При этом через контакты 5-6 контроллера машиниста SM1, тумблера S4 ЭПК и клапана Y25 в проводах H21, H22 подается напряжение на катушку реле KV12. Реле KV12 включается и своими контактами в проводах H35, H30 отключает реле KT1 и KV15.

Тумблер S4 ЭПК предназначен для отключения реле KV12 и следовательно, обеспечения возможности сбора схемы режима тяги при отключении клапана автостопа У25 в случае его неисправности;

- при экстренном торможении клапаном аварийного экстренного торможения QS4 или краном машиниста SQ3. При этом получает питание реле KV13 и своими контактами в проводах Н34, Н36 отключает реле КТ1 и KV15;

- при снижении давления воздуха в тормозной магистрали ниже значения из диапазона $2,9 \text{ кгс/см}^2$ до $2,7 \text{ кгс/см}^2$. При этом контакты пневматического выключателя SP4 в проводах Н32, Н33 замыкаются и отключают реле КТ1 и KV15;

- при обрыве тормозной магистрали. При этом при снижении давления сжатого воздуха в тормозной магистрали на $0,2 \text{ кгс/см}^2$ и более контакты ДДР пневмоэлектрического датчика SP1 включают реле KV18, которое своими контактами в проводах Н20, Н27 становится на самопитание, контактами в проводах Н30, Э6 отключает реле КТ1 и KV15, по проводу Н27 загорается индикатор ТМ блока сигнализации А23 головной секции. При снижении давления на значение из диапазона от $0,6 \text{ кгс/см}^2$ до $0,8 \text{ кгс/см}^2$ и более в тормозные цилиндры поступает сжатый воздух. Когда давление воздуха в тормозных цилиндрах достигнет значения из диапазона от $0,4 \text{ кгс/см}^2$ до $0,7 \text{ кгс/см}^2$ размыкаются контакты ДТЦ пневмоэлектрического датчика SP1. Реле KV18 отключается и своими контактами в проводах Н30, Э6 включает реле КТ1, KV15. Индикатор ТМ блока сигнализации А23 головной секции гаснет.

Панель диодов U33 в цепи катушки реле KV18 исключают подачу напряжения на индикатор ТМ блока сигнализации А23 через контакты ДДР пневмоэлектрического датчика SP1 при отключенном реле KV18. При отпуске тормозов контакты ДТЦ пневмоэлектрического датчика SP1 замыкаются после размыкания контактов ДДР. Включившись, реле KV15 замыкает свои контакты в проводах Н153, Н157 и Н154, Н158 в цепи катушек контакторов КМ41, КМ42, а контактами в проводах А8, А255 подает сигнал в блок управления А55. Контакты контакторов КМ41, КМ42 подают напряжение переменного тока на блоки питания ВИП А73, А74 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора. В цепи катушек контакторов КМ41, КМ42 включены также контакты разъединителей QS3, QS4 контакторов КМ7, КМ8, КМ11, КМ12, реле

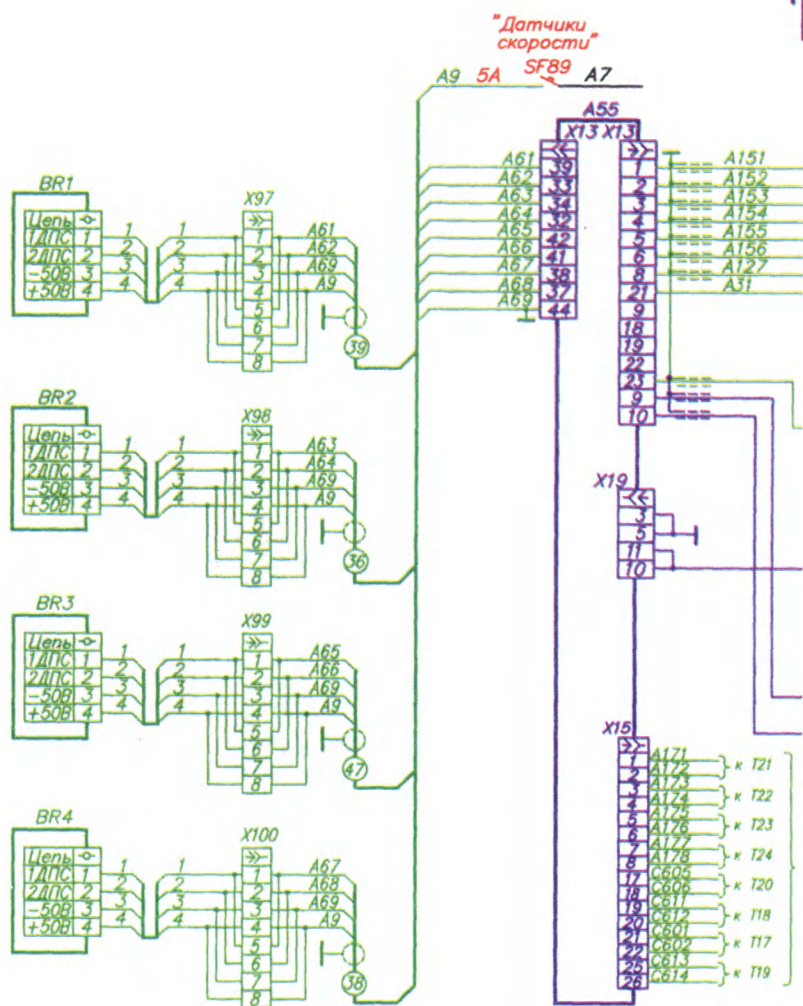
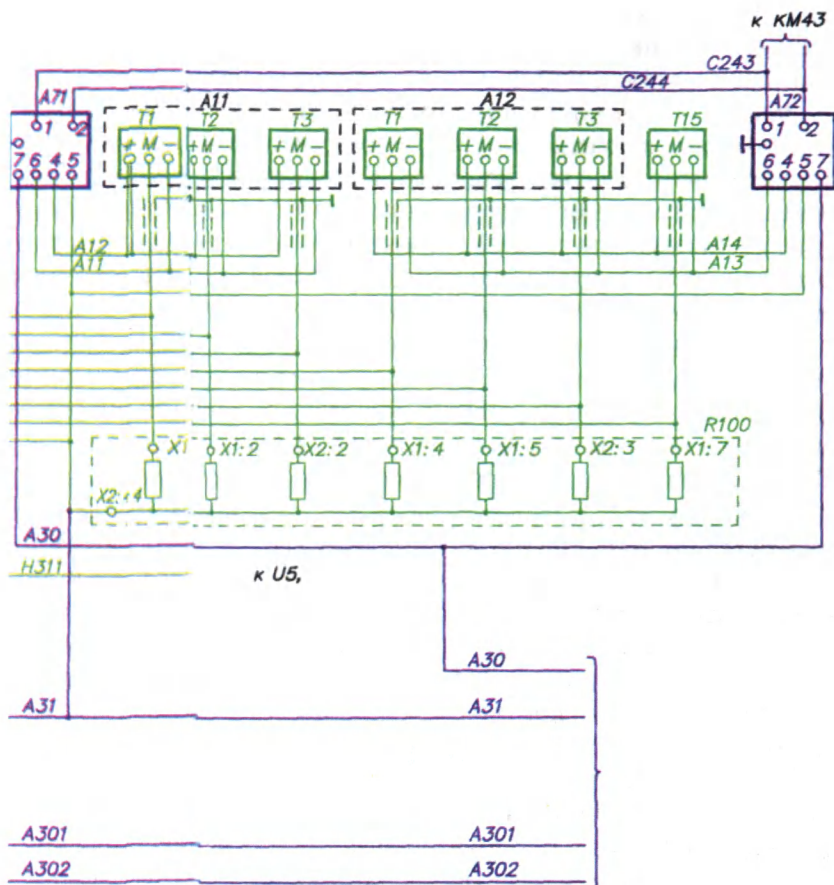


Рис. 213. Схема цепей измерения скорости электровоза и токов тяговых двигателей бустерной секции



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

- | | |
|--|--|
| — Цепи тяговых двигателей и управления ими | — Аппараты защиты и цепи их подключения |
| — Цепи диагностики и сигнализации | — Цепи измерительных аппаратов и устройств |

KV22, KV46 и собственные контакты контакторов КМ41, КМ42. Контакты разъединителей QS3, QS4 предназначены для отключения контакторов КМ41, КМ42 при отключении ВИП разъединителями QS3, QS4. Контакты контакторов КМ7, КМ8 и КМ11, КМ12 предназначены для отключения контакторов КМ41, КМ42 при отключении электродвигателей вентиляторов. Контакты реле KV46 предназначены для питания катушек контакторов КМ41, КМ42 на время переключения частоты вращения электродвигателей вентиляторов. Контакты реле KV22 предназначены для обеспечения возможности включения контакторов КМ41, КМ42 только при положениях «0» и П главной рукоятки контроллера машиниста SM1. Собственные контакты контакторов КМ41, КМ42 предназначены для питания катушек контакторов при рабочих положениях главной рукоятки контроллера машиниста, когда реле KV22 отключено.

Выбор способа регулирования тока и скорости тяговых электродвигателей (рис. 212, 213) осуществляется с помощью тумблера S3 АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ/РУЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ и рукоятки скорости контроллера машиниста SM1. На схеме тумблер S3 поезан в положении АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ. Через контакты тумблера S3 напряжение по проводу Э25 подается к блоку управления А55. При автоматическом регулировании главной рукояткой контроллера машиниста SM1 задается сила тяги, которая автоматически поддерживается на заданном уровне до достижения электровозом заданной скорости. После полного открытия тиристоров ВИП в четвертой зоне регулирования для поддержания силы тяги от блока управления А55 включаются контакторы первой ступени ослабления возбуждения К11, К12 блоков А11, А12. Устанавливается режим первой ступени ослабления поля. Одновременно автоматически изменяется фаза открытия тиристоров ВИП, чтобы сила тяги оставалась на уровне заданной. По мере увеличения скорости электровоза сила тяги поддерживается за счет автоматического регулирования фазы открытия тиристоров ВИП. Для дальнейшего увеличения скорости движения электровоза система управления блока А55 включает контакторы второй ступени ослабления возбуждения К21, К22 блоков А11, А12. Стабилизация тока осуществляется так же, как и при первой ступени ослабления возбуждения. Если после полного открытия тиристоров ВИП скорость электровоза не достигла заданной, система управления блока

А55 включает контакторы третьей ступени ослабления возбуждения К31, К32 блоков А11, А12 (напряжение для их включения подается по проводу Н73 на катушку контактора К32).

При ручном регулировании главной рукояткой контроллера машиниста SM1 осуществляется регулирование тока якоря без автоматического поддержания его на заданном уровне, при этом рукоятка вала скорости не используется и может находиться в любом положении. При установке тумблера S3 в положение АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ и рукоятки скорости в положение «0» главной рукояткой контроллера машиниста SM1 осуществляется регулирование тока якоря с автоматическим поддержанием его на заданном уровне.

Работа электровоза при маневрировании (см. рис. 216) осуществляется с помощью переключателя маневровых работ S2 головной (хвостовой) секции (на бустерной секции не устанавливается). Установкой переключателя S2 в положение НН (набор напряжения) получает питание провод А304 по цепи: провод А306 от блока управления А55, контакты переключателя SA3, провод А303, контакты 1-2 переключателя S2. Электровоз приводится в движение. Установкой переключателя S2 в положение СН (сброс напряжения) получает питание провод А305 по указанной выше цепи через контакты 5-6 переключателя S2. Отключается ток тяговых двигателей.

7.7. Цепи управления тяговыми двигателями в режиме рекуперативного торможения

Схема цепей управления тяговыми двигателями в режиме рекуперативного торможения головной (хвостовой) секции приведена на рис. 207, 208, бустерной секции — на рис. 209. Для переключения электровоза из режима тяги в режим рекуперативного торможения необходимо:

- главную рукоятку контроллера машиниста SM1 головной (хвостовой) секции установить в положение «0». При этом контактами 13-14 контроллера машиниста SM1 отключается реле КТ7, которое контактами с проводами Н 38, Н39 размыкает цепь катушек реле КV15 и КТ1. Реле КV15 контактами с проводами Н153, Н157 и Н154, Н158 отключает контакторы КМ41, КМ42, соответственно, а контактами с проводами А8, А255 снимает сигнал с блока управления А55. Контактors КМ41, КМ42 отключают блоки питания ВИП

А73, А74 от обмотки собственных нужд тягового трансформатора. Реле КТ1 с выдержкой времени от 2 с до 3 с замыкает контакты в цепи катушек ТОРМОЖЕНИЕ переключателей QT1 блоков А11, А12, обеспечивая возможность их переключения только после затухания переходных процессов в цепях тяговых двигателей;

- главную рукоятку контроллера машиниста SM1 установить в положение П, РЕКУПЕРАЦИЯ, при этом:

- отключается питание с катушек ТЯГА переключателей QT1 блоков А11, А12;

- от выключателя SF24 ТОРМОЖЕНИЕ через контакты 11-12 контроллера машиниста SM1, контакты разъединителя QS15, контакты реле КТ1 подается напряжение на катушки ТОРМОЖЕНИЕ переключателей QT1 блоков А11, А12, обеспечивая переключение их в положение ТОРМОЖЕНИЕ. Переключатели QT1 блоков А11, А12 подготавливают силовые цепи и цепи управления для работы в режиме рекуперативного торможения;

- контактами 11-12 контроллера машиниста SM1 через контакты разъединителя QS15, контакты контакторов КМ41, КМ42 включается реле КТ4, размыкая контакты с проводами Н017, Н75 в цепи питания блока выпрямительной установки возбуждения U3;

- контактами 13-14 контроллера машиниста SM1 включается реле КТ7, замыкая контакты с проводами Н43, Н45 в цепи катушки контактора К1, который включается далее по цепи: контакты выключателей QF11, QF12 блоков А11, А12, сигнализатора давления SP3, реле KV01 и KV02 панели А6, реле KV01 панелей А27 блоков А11, А12, реле KV21. Контактор К1, включившись, производит следующее:

- силовыми контактами замыкает цепь питания обмоток возбуждения тяговых двигателей от блока ВУВ U3;

- замыкает контакты в проводах Н025, Н60 в цепи катушек контактора КМ13 и реле КТ2, KV40. Контактор КМ13 включает электродвигатель М13 вентилятора охлаждения блока балластных резисторов R10. Реле КТ2 контактами в проводах Н43, Н44 подает питание на катушку реле KV15. Реле KV40 контактами в проводах Н64, Н65 и Н64, Н67 подготавливает цепь замещения электрического тормоза пневматическим;

- замыкает контакты в проводах Н75, Н76 в цепи питания блока ВУВ U3 подготавливая цепь питания;

- замыкает контакты в проводах Н59, Н69 в цепи собственной катушки, подготавливая цепь самопитания.

Реле KV15, включившись, контактами в проводах Н153, Н157 и Н154, Н158 замыкает цепи питания катушек контакторов КМ41, КМ42. Включившись, контакторы КМ41, КМ42 силовыми контактами подают питание блокам питания ВИП А73, А74, вспомогательными контактами в проводах Н40, Н68 отключают катушку реле КТ4, вспомогательными контактами в проводах Н57, Н58 и Н58, Н59 окончательно собирают цепь самоподхвата катушки контактора К1. Кроме того, реле KV15 контактами с проводами А8, А255 подает сигнал в блок управления А55 о своем включении (см. рис. 216, 217).

Реле КТ4 с выдержкой времени от 1 с до 1,5 с замыкает контакты с проводами Н017, Н75 в цепи питания блока ВУВ U3 (цепь питания усилителей импульсов). Задержка подачи напряжения усилителям импульсов блока ВУВ U3 на время от 1 с до 1,5 с после включения контакторов КМ41, КМ42 предусмотрена для исключения сбоев в работе ВИП;

- главную рукоятку контроллера машиниста SM1 установить в положение РЕКУПЕРАЦИЯ. При этом контактами 15-16 контроллера машиниста отключается реле KV21—KV23. Реле KV21 размыкает контакты с проводами Н54, Н69 в цепи катушки контактора К1, но цепь катушки контактора К1 остается замкнутой через собственные контакты, контакты контакторов КМ41, КМ42 и КМ13. Через контакты реле KV21 с проводами Н40, Н64, контакты реле KV40, контакты пневматического выключателя SP2 подается питание в блок тормозного оборудования А14, исключающий возможность торможения электровоза автоматическими тормозами. Контакты реле KV21 с проводами Н54, Н69 предназначены для обеспечения сбора схемы рекуперативного торможения только при положении П главной рукоятки контроллера машиниста, контакты с проводами Н40, Н64 — для исключения блокирования автоматического тормоза электровоза устройством блока тормозного оборудования А14 и исключения подачи сжатого воздуха в тормозные цилиндры электровоза при положениях «0» и П главной рукоятки контроллера машиниста. Контакты контактора К1 с проводами Н59, Н69 предназначены для исключения автоматического повторного сбора схемы рекуперативного торможения при положениях главной

рукоятки контроллера машиниста на рабочих позициях, если по какой-либо причине разберется схема при указанных положениях главной рукоятки.

Предусмотрена возможность совместного применения рекуперативного торможения электровоза и пневматического торможения поезда автоматическим тормозом. Автоматический (пневматический) тормоз электровоза в этом случае отключен электроблокировочным клапаном У3. При этом сохраняется возможность торможения электровоза прямодействующим тормозом, но при достижении давления воздуха в тормозных цилиндрах до значения из диапазона от 0,13 МПа (1,3 кгс/см²) до 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) контактами сигнализатора давления SP3 с проводами Н49, Н50 отключается контактор К1 и рекуперативное торможение прекращается. Контакт К1 контактами с проводами Н025, Н60 отключает реле КТ2, КV40 и контактор КМ13. Реле КТ2 отключает с выдержкой времени реле КV15, который отключает контакторы КМ41, КМ42. Реле КV40 отключает питание электропневматического клапана У3 по проводу Н66 и подключает питание к пневматическому устройству У4 по проводу Н67, обеспечивая подачу воздуха в тормозные цилиндры. Давление воздуха в тормозных цилиндрах устанавливается равным значению из диапазона от 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) до 0,18 МПа (1,8 кгс/см²). Восстановление схемы возможно после установи главной рукоятки в положение П и отпуска тормозов.

При снижении давления воздуха в тормозной магистрали до значения из диапазона от 0,29 МПа (2,9 кгс/см²) до 0,27 МПа (2,7 кгс/см²) размыкаются контакты пневматического выключателя SP2 в цепи питания клапана У3, в результате приводится в действие автоматический (пневматический) тормоз и после достижения давления воздуха в тормозных цилиндрах значения диапазона от 1,3 кгс/см² до 1,5 кгс/см² рекуперативное торможение прекращается. Рекуперативное торможение прекращается также при перегрузке цепи возбуждения тяговых электродвигателей, при коротком замыкании цепи якорей тяговых электродвигателей, при перегрузке блока резисторов R10, при срабатывании защиты от кругового огня, при отключении электродвигателей системы охлаждения блока резисторов R10 и тягового трансформатора. В этих случаях отключается контактор К1, который разбирает схему рекуперативного торможения. Оперативный разбор схемы рекуперативного тормо-

жения осуществляется установкой главной рукоятки контроллера машиниста SM1 в положение «0». При этом отключаются реле КТ7, КТ2, KV40, контакторы К1, КМ13. Реле КТ2 с выдержкой времени от 2 до 3 с отключает реле KV15, которое своими контактами отключает контакторы КМ41, КМ42. Выдержка времени на отключение контакторов КМ41, КМ42 необходима, чтобы избежать аварийного режима «опрокидывания» инвертора, при котором возникает короткое замыкание в цепи тяговых электродвигателей и тягового трансформатора через плечи ВИП. Звуковой сигнал НА1 головной (хвостовой) секции и пневматическое устройство У4 при оперативном разборе схемы не включаются, так как в цепи их питания до замыкания контактов реле KV40 размыкаются контакты реле KV21.

7.8. Микропроцессорная система управления и диагностики оборудованием электровоза (МСУД-Н)

Микропроцессорная система управления и диагностики оборудования МСУД-Н каждой секции электровоза предназначена для управления электрооборудованием в режимах тяги и электрического торможения и для контроля состояния этого электрооборудования с выдачей соответствующей информации на дисплей пульта машиниста. В состав МСУД-Н каждой секции входят:

- блок управления А55, расположенный в высоковольтной камере;
- блоки сопряжения А81 и А82, расположенные в противоположных концах кузова секции;
- блок индикации А78, расположенный на пульте машиниста головной (хвостовой) секции, на бустерной секции не устанавливается.

Блок управления А55 каждой секции с помощью кабелей 40, 42 подключается к блокам сопряжения А81, А82, формирующим бортовую информационную сеть (рис. 214, 215). От блока сопряжения А81 головной (хвостовой) секции с помощью кабелей 30, 31 и разъемных соединителей Х19, Х20, расположенных на лобовой части головной (хвостовой) секции, осуществляется передача информации для работы по системе СМЕ. От блока управления А55 головной (хвостовой) секции с помощью кабеля 59 и разъемных соединителей Х18, Х29, расположенных на торце головной (хвостовой) секции,

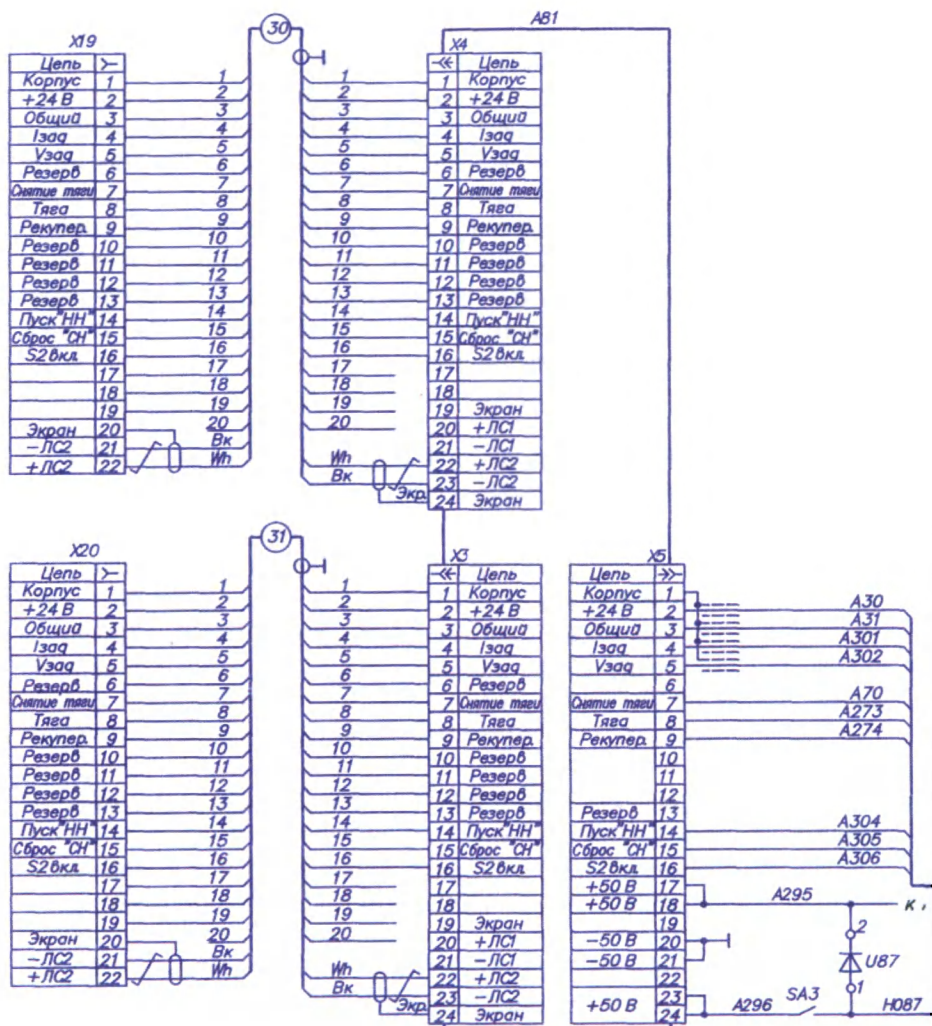
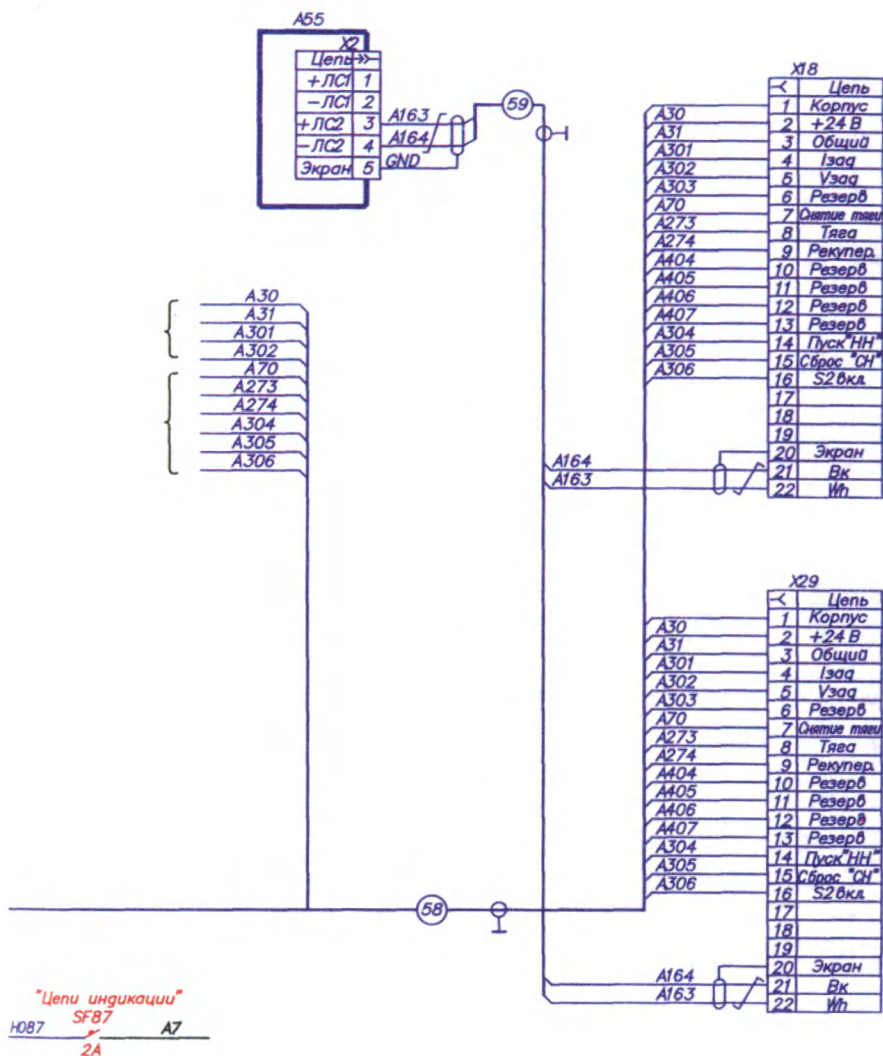


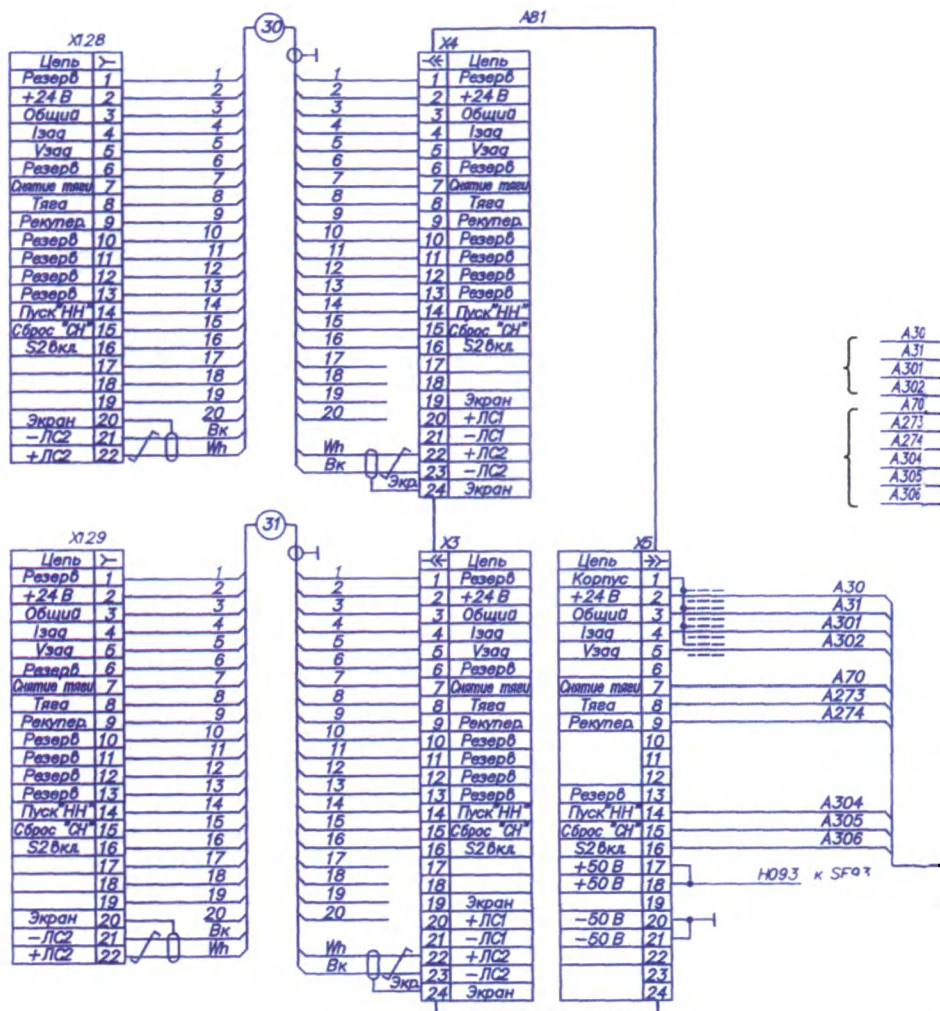
Рис. 214. Схема связи блока сопряжения А81,



УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ЦЕПЕЙ

Цепи тяговых двигателей и управления ими	Аппараты защиты и цепи их подключения
Цепи вспомогательных машин	Цепи устройств собственных нужд
Цепи диагностики и сигнализации	Источники питания цепей управления и их цепи
Цепи измерительных аппаратов и устройств	Цепи освещения
	Цепи радиостанции и вентил компрессора

блока управления А55 головной (хвостовой) секции



осуществляется обмен информацией с аппаратурой МСУД-Н другой секции двухсекционного электровоза или передача информации для работы по СМЕ двухсекционного электровоза и секции. От блоков сопряжения А81, А82 бустерной секции с помощью кабелей 71, 72, 73, 74 и разъемных соединителей Х128, Х129, Х138, Х139, расположенных на торцах бустерной секции, осуществляется обмен информацией с аппаратурой МСУД-Н головной (хвостовой) секций трехсекционного электровоза с бустерной секцией. К блоку сопряжения А81 головной (хвостовой) секции подключается блок индикации А78 с помощью кабеля 44. При этом обязательно подключение трех разъемных соединителей Х1, Х4, Х5, блока А78.

К разъемному соединителю Х5 блока сопряжения А81 и розеткам Х18, Х29 каждой секции подключаются провода от контроллера машиниста SM1 и переключателя маневрового S2 головной (хвостовой) секции для передачи сигналов на другую секцию в случае отказа в работе аппаратуры блока управления А55 данной секции. К разъемному соединителю Х8 блока индикации А78 головной (хвостовой) секции подключен разъемный соединитель Х51, к которому подключается устройство внешней памяти для записи в блок индикации А78 управляющего программного обеспечения, исходных данных для реализации режима «АВТОВЕДЕНИЕ», а так же для считывания зарегистрированных данных из блока памяти блока индикации А78. Для реализации функций управления и диагностики оборудования блок управления А55 имеет следующие связи:

- для контроля схемы и состояния релейно-контакторного оборудования секции РКА, режима работы на разъемные соединители Х10, Х11 и Х16 заводятся соответствующие сигналы, в том числе и по связям с аппаратурой системы КЛУБ-У и САУТ головных (хвостовых) секций;

- для контроля силовой схемы и протекающих в ней процессов на разъемные соединители Х13, Х15 заводятся сигналы с датчиков напряжения ДН, контроля углов коммутации ДУК, скорости ДС и токов ДТ всех тяговых двигателей;

- формирование необходимой заданному режиму схемы цепей управления в режимах «Автоведение» и «Авторегулирование» осуществляется путем соответствующих переключений релейно-контакторных элементов, для чего они подключаются к разъемным соединителям Х12, Х17;

– управление ВИП U1, U2 и ВУВ U3 осуществляется через разъемный соединитель X14 путем выдачи импульсов, отпирающих соответствующие тиристоры преобразователей U1—U3. Разработанный и записанный в памяти микроконтроллеров блока управления А55 алгоритм управления предусматривает автономное управление каждой секцией электровоза (от одной до четырех при работе электровозов по СМЕ). При этом первая секция выполняет функции ведущей, остальные реализуют режим подчиненного регулирования, выполняют функции ведомых.

7.8.1. Система управления преобразователями ВИП, ВУВ и диагностики головной (хвостовой) секции

Схема цепей этой системы приведена на рис. 216, 217, бустерной секции — на рис. 216, 218.

Управление преобразователями осуществляется с помощью контроллера машиниста SM1 головной (хвостовой) секции или автоматически (по программе) путем изменения угла открытия тиристоров ВИП U1, U2, а в режиме электрического торможения также и путем изменения угла открытия тиристоров блока ВУВ U3. Изменение угла открытия тиристоров осуществляется программным способом при помощи микропроцессорного контроллера МПК, входящего в состав блока управления А55.

Блок управления А55 содержит центральный микропроцессорный контроллер ЦМК и два микропроцессорных контроллера МПК1, МПК2, один из которых находится в холодном резерве. Центральный микроконтроллер ЦМК предназначен для диагностики оборудования электровоза, формирования информации для визуального контроля на экране блока индикации А78 головной (хвостовой) секции и записи в устройство внешней памяти USB-Flash результатов обработки сигналов управления с блока регулирования.

Микроконтроллеры МПК1, МПК2 предназначены для регулирования скорости движения электровоза, тока якоря тяговых двигателей, угла запаса управления инвертором ВИП, защиты от боксования и юза, регулирования тока возбуждения в режиме электрического торможения, управления контакторами ослабления и другими аппаратами РКА, формирования информации для визуального контроля на экране блока индикации А78 головной (хвостовой) секции.



Рис. 216. Схема цепей управления ВИП и ВУП

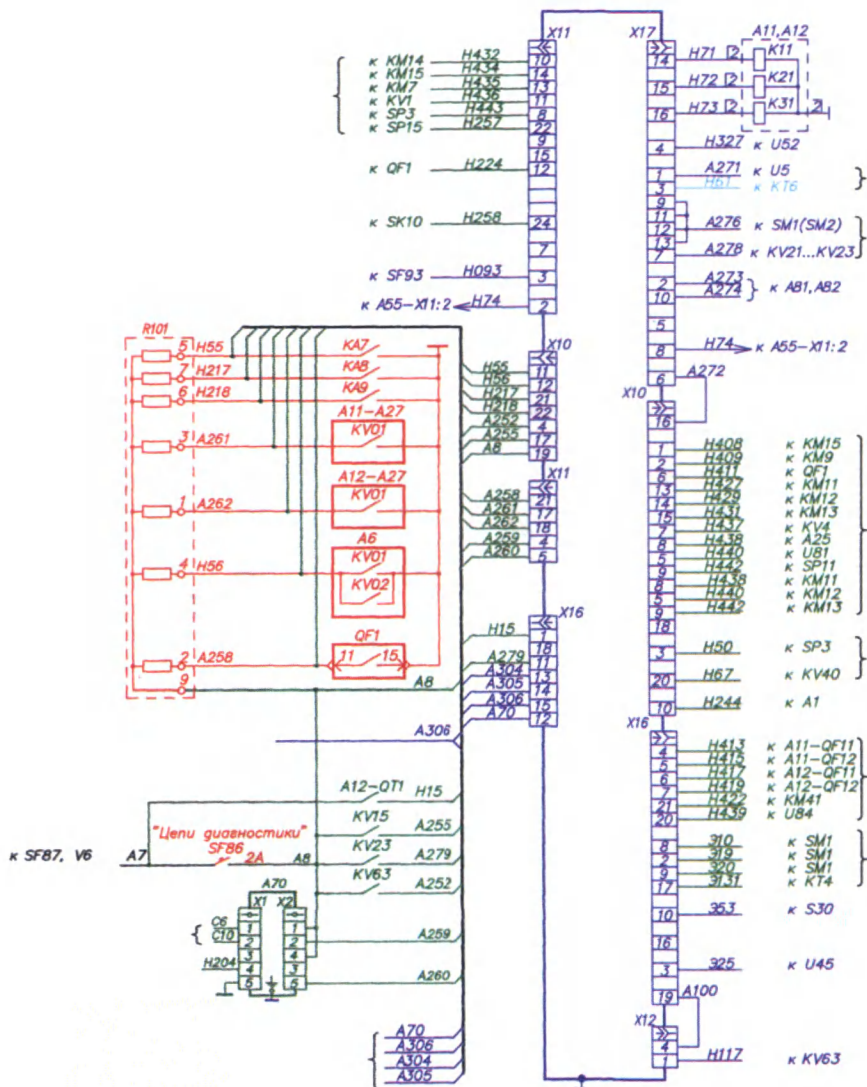


Рис. 218. Схема цепей диагностики бустерной секции

Функциональная схема системы автоматического управления и диагностики (САУ) каждой секции электровоза в режиме тяги приведена на рис. 219, в режиме электрического торможения — на рис. 220. Электровоз 2ЭС5К допускает работу одной отдельной головной (хвостовой) секцией, в составе двух секций, в составе трех секций (с бустерной секцией), а также работу по СМЕ двухсекционного электровоза и секции или двух двухсекционных электровозов.

Поэтому МСУД-Н каждой отдельной секции электровоза полностью автономная. Все контролируемые параметры силовой схемы (токи, напряжения, углы коммутации) и движения (скорости вращения всех осей) заводятся на блок управления А55 в пределах своей секции и не передаются через межэлектровозные соединители традиционным способом.

Ведущая секция электровоза выбирается автоматически при каждом запуске электровоза. При включении выключателя МСУД на блоке выключателей S20 головной (хвостовой) секции определяется первый, включенный по ходу движения электровоза, блок управления А55, который и выполняет функции ведущего. Блоки управления А55 ведомых секций, включенные в общую систему, являются ведомыми и работают в режиме подчиненного регулирования ведущей секции.

В блоке управления А55 ведущей секции программно реализуется двухконтурная система автоматического управления (САУ) в режиме тяги. Общим для всего электровоза является контур регулирования скорости, индивидуальными для каждой секции является контур регулирования токов. При этом задание по току на все ведомые секции передается от ведущей секции в цифровом коде по последовательному мультиплексному каналу RS-485.

В режиме электрического (рекуперативного) торможения программным способом реализуется трехконтурная система автоматического управления. Общим для всего электровоза, как и в режиме тяги, является контур регулирования скорости, формирующий задания для контуров регулирования токов якорей и тока возбуждения. Эти контуры являются индивидуальными для каждой секции, причем, на вторую, третью и четвертую секции (в случае работы электровоза по СМЕ) эти задания передаются в виде цифрового кода. В режимах «Автоведение» и «Советчик» на ведущей секции МСУД-Н программно реализует дополнительный контур по пройденному пути.

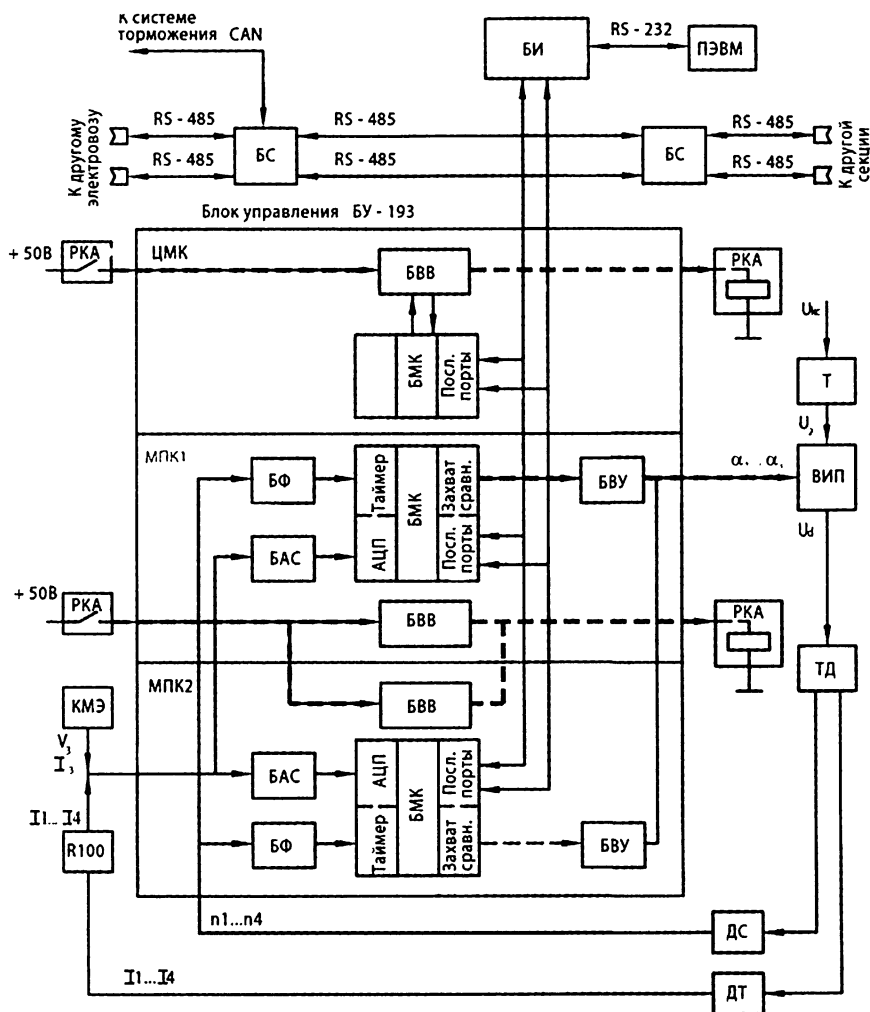


Рис. 219. Функциональная схема САУ секции электровоза в режиме тяги

Состояние оборудования любой секции электровоза отображается на экране блока индикации А78 головной (хвостовой) секции по запросу машиниста. Вся информация передается на головную (хвостовую) секцию по последовательному каналу RS-485 и хранится в памяти блока индикации А78 в течение всей поездки. Диагностическая информация может считываться в устройство вне-

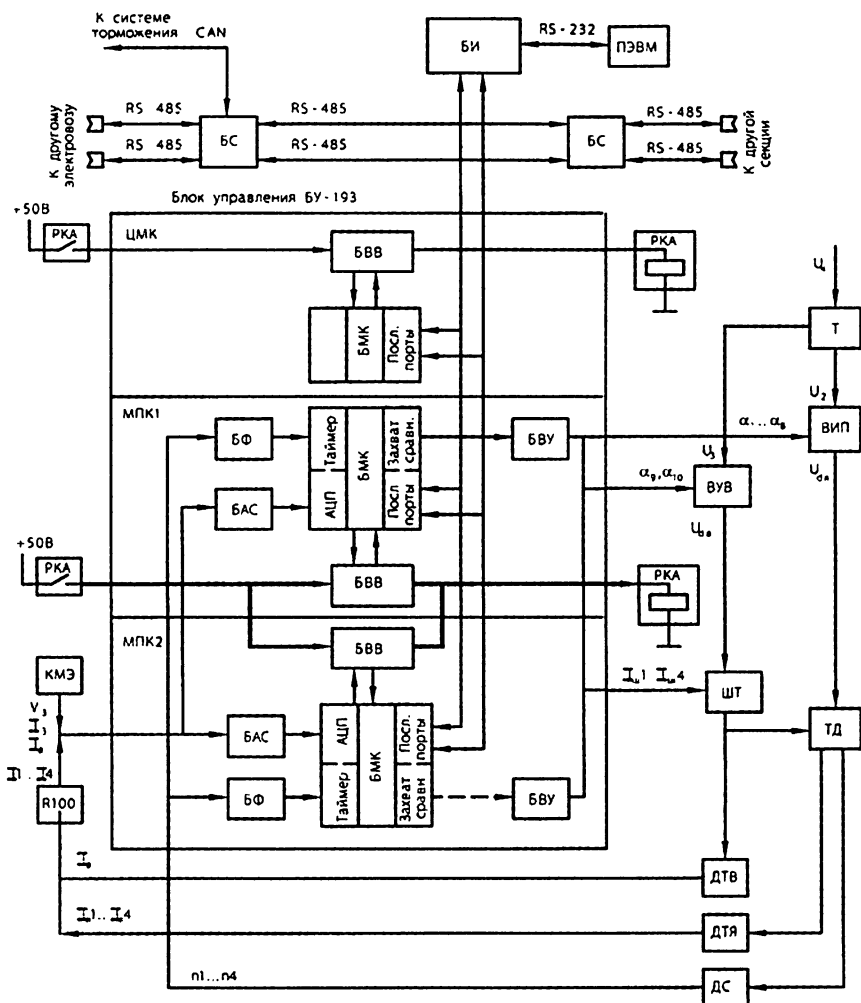


Рис. 220. Функциональная схема САУ секции электровоза в режиме рекуперативного торможения

шней памяти (USB-Flash накопитель), подключаемый к разъемному разъединителю X8 блока A78 через разъем XS1.

Работают схемы контуров следующим образом.

По заданию I3, V3, получаемому от контроллера машиниста КМЭ (SM1) головной (хвостовой) секции, реальному состоянию си-

ловой схемы (контроль токов I_1 — I_4 в тяге и токов якорей $I_{я1}$ — $I_{я4}$, I_B в режиме рекуперативного торможения, получаемых от датчиков системы (через панели резисторов R100), процессор БМК работающего микроконтроллера МПК1 или МПК2 обеспечивает на каждом интервале повторения вычислений код управляющего воздействия. Полученные значения этих кодов в аппаратных формирователях блоков «захват/сравнение», входящих в состав ЧИП микроконтроллера, преобразуется в импульсы, фазы которых соответствуют фазе, требуемой для отпикирования тиристорных преобразователей ВИП и ВУВ. Эти сигналы усиливаются в БВУ и поступают на тиристоры ответствующих плеч преобразователей ВИП и ВУВ. В результате из приложенных к ВИП и ВУВ напряжений, снимаемых с вторичных обмоток тягового трансформатора Т5, формируются выпрямительные напряжения, поступающие на тяговые двигатели ТД. В режиме тяги реализована схема с последовательным возбуждением тяговых электродвигателей. Обмотки возбуждения и обмотки якорей тяговых электродвигателей включены последовательно, поэтому при помощи датчиков тока ДТ контролируются общие токи этих цепей. В режиме электрического торможения якоря тяговых электродвигателей подключаются к ВИП и либо возвращают электрическую энергию в сеть, либо работают в режиме противовключения. Обмотки возбуждения в этом режиме питаются от ВУВ через устройства ШТ, обеспечивающие выравнивание токов якорей тяговых электродвигателей между собой. В этом режиме при помощи датчиков тока ДТЯ контролируются токи якорей всех тяговых электродвигателей, а при помощи датчика тока возбуждения ДТВ — общий для всех четырех тяговых электродвигателей секции ток возбуждения I_B (см. рис. 220). В обоих режимах для защиты от боксования и юза, а также для поддержания заданного значения контролируются скорости вращения всех четырех осей секции электровагона при помощи импульсных датчиков ДС. Сигналы от датчиков и задатчиков контроллера машиниста КМЭ (SM1) в устройствах БАС приводятся к требуемому аналого-цифровому преобразователем АЦП микроконтроллеров БМК уровню и поступают на соответствующие каналы. АЦП блоков БМК осуществляют преобразование сигналов, поступающих от контроллера машиниста КМЭ, панели резисторов R100, в качестве заданных и фактических значений токов якорей и токов возбуждения тяговых электродвигателей в цифровые ко-

ды для дальнейшего использования программой микропроцессора. Преобразование осуществляется несколько раз в течение полупериода напряжения в контактной сети (10 мс), а затем программным способом усредняется. Таким образом, цифровой код представляет собой среднее значение преобразуемой величины за этот интервал времени. Сигналы от датчиков скоростей ДС через согласующие устройства, расположенные на устройстве БФ, поступают на входы таймеров микроконтроллера БМК. Таймеры так же, как и преобразователь АЦП, являются принадлежностью ЧИП микроконтроллера. В них осуществляется измерение и подсчет во времени импульсов, поступающих от ДС. В результате этих операций определяется реальность скорости всех осей электровоза в виде, удобном для дальнейшего использования программой процессора БМК. Устройство БВВ осуществляет ввод в БМК значений дискретных сигналов цепей управления и релейно-контакторной аппаратуры и усиливает сигналы, предназначенные для управления электрическими аппаратами электровоза. Опрос входов осуществляется в середине каждого интервала повторения вычислений. Причем опрос производится несколько раз за один интервал повторения вычислений с целью отсеивания импульсных помех, имеющих место в цепях управления. Время каждого опроса не превышает нескольких микросекунд. Сигналы от БВВ в микроконтроллер БМК и обратно поступают в соответствии с программой управления по последовательному каналу типа SP1. На рис. 221 показана структурная схема одного из микроконтроллеров МПК с привязкой к оборудованию головной (хвостовой) секции электровоза. Поскольку схемы МПК1 и МПК2 одинаковые, ниже рассмотрим схему только одного микроконтроллера МПК1. Входы и выходы микроконтроллеров в блоке управления А55 соединены параллельно и выведены на внешние разъемные соединители.

Микроконтроллер МПК1 содержит следующие устройства.

блок входных сигналов БВС-991, имеющий в своем составе формирователи сигнала:

- слежения α_0 за потенциальными условиями открытия тиристоров, полярности полупериода, синхронизированного по фазе с первой гармоникой напряжения на входах ВИП;
- блокировки БЛК, информирующего микропроцессор БМК-036 о переходных процессах в устройстве синхронизации;
- уровня напряжения контактной сети $U_{\text{кв}}$.

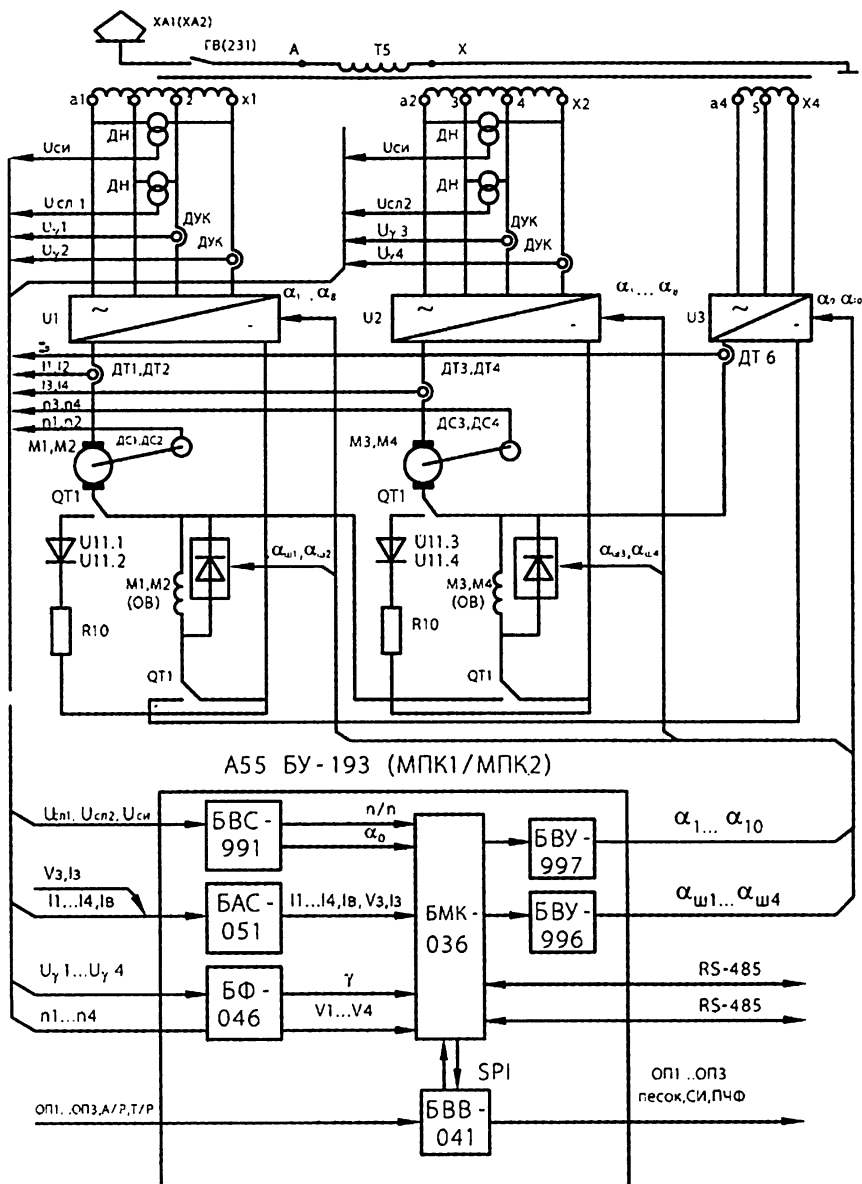


Рис. 221. Структурная схема МПК блока БУ-193 с привязкой к цепям управления секцией электровоза

Входы блока БВС-991 подключаются к датчикам напряжения ДН слежения за потенциальными ($U_{\text{сл1}}$, $U_{\text{сл2}}$) и синхронизации ($U_{\text{си}}$). В качестве датчиков использованы трансформаторы ТР-135 (датчики слежения) и ТО-89 (датчики синхронизации).

Блок формирователей БФ-046, который содержит:

- схему обработки сигналов датчиков углов коммутации, выделяющую сигнал u , пропорциональный длительности коммутации в силовых цепях;

- элементы схемы теплового контроля, управляющего подогревом блока управления БУ-193 и включением питания при низких температурах;

- гальванические развязки датчиков скорости $V1—V4$.

Входы блока БФ-046 подключаются к датчикам угла коммутации ДУК ($U_{y1}—U_{y4}$) и импульсным датчикам частоты вращения ДПС-У ($n1—n4$). Для контроля температуры внутри корпуса блока управления БУ-193 на входы блока БФ-046 поступают сигналы от датчиков температуры, расположенных на плате блока микроконтроллера БМК-036. В качестве датчиков угла коммутации ДУК использованы датчики типа ДУК-4-01.

Блок БАС-051, предназначенный для согласования уровней сигналов от датчиков тока ($I1—I4$, I_b) и задатчиков (I_3 , V_3) с входами аналого-цифрового преобразователя АЦП, входящего в состав микроконтроллера блока БМК-036. Входы блока БАС-051 подключаются к датчикам тока $I1—I4$, I_b типа LT1000 фирмы ТВЕЛЕМ, а также резисторным задатчикам, расположенным на пультах машиниста и формирующим задания скорости (V_3), тока (I_3).

Блок микропроцессорного контроллера БМК-036, который содержит микроконтроллер М167-1 и схему привязки его к внешним относительно блока БМК-036 устройствам. Логическая обработка и вычислительные операции реализуются программными способами в процессоре микроконтроллера М167-1. На основании сигналов датчиков и задатчиков автоматизированной системы управления процессор микроконтроллера формирует и распределяет по плечам преобразователей $U1—U3$ управляющие импульсы $\alpha_1—\alpha_{10}$, $\alpha_{ш1}—\alpha_{ш4}$.

Блок БМК-036 содержит также два датчика температуры, управляющих каналами включения элементов подогрева блока управле-

ния БУ-193 при низких температурах и цепей питания при достижении температуры окружающего воздуха допустимых пределов.

Блок БМК-036 МПК1 связан с блоками БМК-036 МПК2 и ЦМК, а также с блоками индикации БИ посредством двух последовательных каналов связи типа RS-485. С блоками ввода/вывода БВВ-041 блок БМК-036 связан посредством последовательного канала связи типа SPI. Сформированные в БМК-036 сигналы (α_1 — α_8 для ВИП, α_9 , α_{10} для ВУВ) усиливаются в блоках выходных усилителей БВУ-997 (α_1 — α_{10}), БВУ-996 ($\alpha_{ш1}$ — $\alpha_{ш4}$).

Блоки выходных усилителей БВУ-997 и БВУ-996, которые содержат импульсные усилители с гальванической развязкой цепей выходных сигналов от цепей микроконтроллера и элементы согласования с внешними устройствами.

Блоки ввода/вывода дискретной информации БВВ-041, которые необходимы для задания режима работы и формирования сигналов управления контакторами ослабления поля, клапанами песочниц, преобразователем частоты фаз вентиляторов и панелью индикации пульта машиниста. Эти блоки обеспечивают стыковку блока управления А55 с оборудованием электровоза, работающего с уровнем напряжения бортовой сети 50 В, и гальваническую развязку цепей микроконтроллера от бортовой сети.

Структурная схема ЦПК приведена на рис. 222. ЦМК содержит три блока ввода/вывода дискретной информации БВВ-041 и блок микропроцессорного контроллера БМК-036. Блок БМК-036, выполненный на микроконтроллере М167-1, содержит элементы последовательных мультиплексных каналов RS-485 для подключения двух МПК и блока индикации и последовательного SPI канала подключения блоков БВВ-041.

Схемы цепей управления преобразователями и диагностики головной (хвостовой) и бустерной секции приведены на рис. 217, 218. Управляющие импульсы от блока управления А55 подаются к ВИП U1, U2 по проводам А101—А109, к блоку ВУВ U3 — по проводам А112, А113, А193. Блок управления А55 включается выключателем МСУД блока выключателей S20 и тумблерами 55—58 БЛОК УПРАВЛЕНИЯ/С1-С4 головной хвостовой секции. Для обеспечения работы системы синхронизации аппаратуры сетью к блоку управления А55 подается напряжение 50 В от обмоток трансформаторов Т19, Т20. Для обеспечения работы системы, устанавливающей

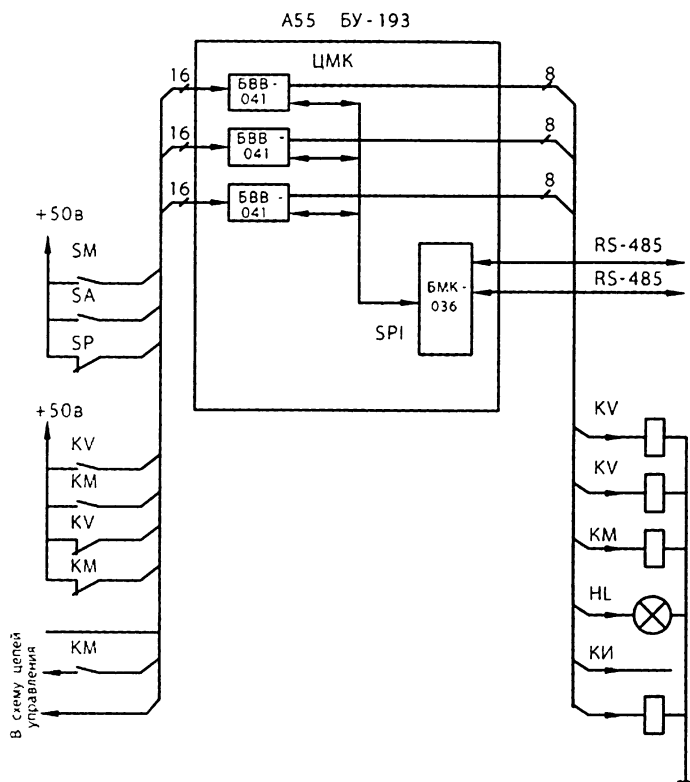


Рис. 222. Структурная схема ЦМК с внешними связями

необходимую величину угла α_0 в зависимости от формы и уровня напряжения контактной сети, к блоку управления А55 подается напряжение 50 В от обмоток трансформаторов Т17, Т18. Информация об углах коммутации поступает к блоку управления А55 от датчиков Т21—Т24 по проводам А171—А178. Измерительными элементами токов тяговых электродвигателей, входящими в систему управления преобразователями, являются датчики тока Т1, Т2 блоков силовых аппаратов А11, А12, датчик тока возбуждения Т15 и панели резисторов R100. Датчики подключены к блоку управления А55 проводами А151, А152, А154, А155, А127, А31. Питающее напряжение к датчикам тока подается от панелей питания А71, А72, которые в свою очередь подключены к обмотке собственных

нужд тягового трансформатора Т5. Измерительными элементами частоты вращения колесных пар являются датчики угла поворота BR1—BR4. Информация о частоте вращения каждой колесной пары с выходов этих датчиков поступает в блок управления А55, соответственно, проводами А69 и А61—А68 для использования в системе регулирования скорости движения электровоза и обнаружения боксования или юза. В случае отключения быстродействующего выключателя подается напряжение 50 В в блок управления А55 контактами соответствующего выключателя QF11 или QF12 блоков А11, А12. Информация о режиме работы электровоза и состоянии оборудования поступает в блок управления А55. Информация используется для управления режимами работы аппаратуры МСУД-Н и электровоза, а также визуальные сигнализации через блок индикации А78 головной хвостовой секции. Автоматическое включение контакторов ослабления возбуждения тяговых электродвигателей, выдача информации в преобразователь U5 о достижении тока тяговых электродвигателей значения, равного уставки переключения электродвигателей вентиляторов и масла насоса на другую частоту вращения, включение клапанов песочниц осуществляется силовыми транзисторными ключами блока управления А55. Переключение неработающего микроконтроллера МПК1 и МПК2 включением реле KV63 осуществляется силовым транзисторным ключом, находящемся в блоке управления А55. Автоматическое включение записей диагностической информации при аварийных режимах работы оборудования электровоза осуществляется по проводу А100. Визуальный контроль режимов работы электровоза о состоянии оборудования осуществляется с помощью блока индикации А78, включаемого выключателя МСУД блока выключателей S20 в кабине хвостовой головной секции. Управление режимами диагностики осуществляется с помощью панели клавиатуры блока индикации А78 головной хвостовой секции. Запись диагностической информации производится в устройство внешней памяти, подключаемая к разъемному соединителю X8 блока индикации А78 через разъем XS1. Диагностика ВИП и блоков питания А73, А74 осуществляется с помощью блоков диагностики А7, А8. Для этого к ВИП и блокам питания подается напряжение 50 В постоянного тока проводами Н011, Н012 и Н666, Н676 через предохранители F41, F42 от шкафа питания А25 (см. рис. 216).

7.8.2. Схема авторегулирования в режиме тяги

При авторегулировании в режиме тяги схема обеспечивает:

- разгон электровоза до заданной скорости с последующим автоматическим поддержанием скорости;
- плавное нарастание тока тяговых электродвигателей до заданной величины, при этом скорость нарастания тока должна быть в пределах от 50 до 100 А/с;
- последовательное автоматическое включение ступеней ослабления возбуждения после полного открытия тиристоров в четвертой зоне регулирования для поддержания тока якоря на данном уровне, если скорость не достигла заданной, и вывод соответствующего сообщения на экран блока индикации;
- ограничение тока якорей тяговых электродвигателей при скорости нарастания тока не более 1000 А/с;
- снятие импульсов управления тиристорами ВИП и включение индикации на дисплее машиниста при скорости нарастания тока якорей тяговых электродвигателей свыше 1000 А/с (короткое замыкание);
- защиту от боксования колесных пар;
- регулирование частоты вращения электродвигателей вентиляторов М11, М12 в соответствии с заданным алгоритмом.

Схема собирается после установки главной рукоятки контроллера машиниста SM1 головной (хвостовой) секции в положение П зоны тяги. Скорость электровоза задается рукояткой скорости контроллера машиниста, и величина ее контролируется по экрану блока индикации А78. Сила тяги тяговых двигателей задается путем плавного перемещения главной рукоятки контроллера машиниста к положению «Тяга». При этом величина задаваемой силы (тока якоря) выводится на экран блока индикации А78 головной (хвостовой) секции. При достижении требуемого тягового усилия дальнейшее перемещение рукоятки прекращается и достигнутое значение задаваемой силы (тока якоря) фиксируется. При перемещении главной рукоятки контроллера машиниста к положению П происходит главный сброс задания. При установке рукоятки главного вала в положение П происходит быстрый сброс задания до 0. При срабатывании токовой защиты блок управления А55 обеспечивает снятие импульсов управления с преобразователя. Информация о срабатывании выводится на экран блока индикации А78 головной хвостовой

секции. Функциональная схема САУ в режиме тяги представляет собой два замкнутых контура регулирования, а именно: контур регулирования тока якоря и контур регулирования скорости движения, а также включает в себя токовую защиту путем снятия импульсов управления выпрямительно-инверторными преобразователями. Оба контура регулирования состоят из задающего элемента контроллера машиниста, блока управления А55, выпрямительно-инверторного преобразователя, тягового трансформатора, тягового электродвигателя, звеньев обратной связи — датчика тока совместно с панелью резисторов и датчиков угла поворота. Контур регулирования тока якорей тяговых электродвигателей работает по принципу стабилизации тока. При пуске заданное значение тока якоря сравнивается со значением тока, вычисленным в контуре регулирования скорости, выполняющего функции автоматического задатчика тока. Наименьшее значение этих величин определяет заданное значение тока для регулирования. Контур регулирования тока обеспечивает плавное нарастание тока якорей до заданной величины и ограничение тока в пределах 1200 ± 50 А. Полученное значение тока, ограниченное на уровне 1200 ± 50 А, сравнивается с наибольшим фактическим значением токов якорей, поступающих с панели резисторов. Панели резисторов совместно с датчиками тока якоря формируют напряжение, пропорциональное токам якорей тяговых электродвигателей. Разность между заданным и фактическим значениями тока якоря определяет значение управляющих цифровых кодов, преобразуемых в импульсы управления ВИП. Блок правления А55 обеспечивает плавное четырехзонное регулирование напряжения на тяговых электродвигателях. При пуске, когда заданное значение скорости выше, чем фактическое, работу контура регулирования тока будет определять заданное значение тока якорей. Контур будет поддерживать токи якорей тяговых электродвигателей на заданном уровне. В контуре регулирования скорости сравнивается заданное значение, поступающее с датчика скорости, и значение скорости, поступающее с датчиков угла поворота через измеритель скорости. Импульсы напряжения датчиков угла поворота с частотой, пропорциональной частоте вращения колесных пар, поступает в блок управления А55, где вычисляется минимальная в режиме тяги и максимальное в режиме электрического торможения частота вращения колесных пар. В режиме тяги поддержание заданного значения скорости дви-

жения ведется по минимальному фактическому значению частоты вращения колесных пар, так как частота вращения колесной пары, у которой произошел срыв сцепления, будет выше, чем у нормальной сцепленной колесной пары. Разность между заданным и фактическим значениями скорости определяет значение автоматически задаваемого тока якоря, необходимого для поддержания скорости движения состава в соответствии с заданным значением. При разгоне, когда фактическое значение скорости будет приближаться к заданной, значение автоматически задаваемого тока якоря начнет уменьшаться и после того, как его величина станет меньше, чем заданное значение, оно будет определять величину тока якорей тяговых электродвигателей. В процессе движения электровоза может возникнуть боксование как отдельных колесных пар, так и синхронная всех колесных пар. Выявление боксования колесных пар осуществляется по четырем каналам: каналу защиты от боксования всех колесных пар, каналу защиты по ускорению отдельных колесных пар, каналу защиты по производной от разницы токов, каналу защиты по скольжению.

7.8.3. Авторегулирование в режиме электрического торможения

При авторегулировании в режиме электрического торможения схема обеспечивает:

- торможение до заданной скорости с заданной и автоматически поддерживаемой силой торможения с учетом ограничений тормозных характеристик с последующим автоматическим поддержанием заданной скорости;
- остановочное торможение с заданной и автоматически поддерживаемой силой торможения с учетом ограничений тормозных характеристик; при низких скоростях движения торможение обеспечивается противовключением тяговых электродвигателей;
- плавное нарастание силы торможения до заданной величины;
- ограничение токов якорей тяговых электродвигателей до 1000 А;
- ограничение токов возбуждения тяговых электродвигателей до 835 А;
- защиту от юза;
- регулирование частоты вращения электродвигателей вентиляторов М11, М12 с заданным алгоритмом.

Подготовка к работе в режиме электрического торможения начинается с установки реверсивной рукоятки контроллера машиниста в положение «вперед» при установке главной рукоятки в положение П РЕКУПЕРАЦИЯ. Тормозная сила задается путем плавного перемещения главной рукоятки контроллера машиниста из положения П зоны рекуперации к положению РЕКУПЕРАЦИЯ, а скорость задается рукояткой скорости аналогично описанному выше для режима тяги. При этом на экране блока индикации А78 выводятся величины задаваемых тока якоря и скорости. Уменьшение или сброс задания осуществляется перемещением главной рукоятки контроллера машиниста к положению П зоны рекуперации из последующей фиксации требуемого значения. Импульсы управления к ВУВ подаются от блока управления А55 по проводам

А112, А113, А193. Информация о величине тока возбуждения тяговых электродвигателей поступает в блок управления А55 от панели резисторов R100. Функциональная схема САУ в режиме электрического торможения построена по принципу подчиненного регулирования и представляет собой три замкнутых контура регулирования, а именно: контур регулирования тока возбуждения, контур регулирования тока якоря и контур регулирования скорости движения. Контур регулирования токов возбуждения и тока якоря являются внутренними, а контур регулирования скорости — внешним. Эти контуры регулирования состоят: из задающего элемента контроллера машиниста КМ, блока управления А55, выпрямительно-инверторного преобразователя, блока выпрямительной установки возбуждения, тягового трансформатора, тягового электродвигателя, звеньев обратной связи — датчиков тока якоря и возбуждения совместно с панелью резисторов и датчика угла поворота совместно с измерителем скорости. Регулирование в режиме электрического торможения осуществляется по двум каналам: регулирование противо-ЭДС инвертора по каналу ВИП и регулирование ЭДС тягового электродвигателя по каналу ВУВ. В обоих случаях САУ поддерживает заданное значение тока якоря тяговых электродвигателей с учетом ограничений. При регулировании тока возбуждения от 0 до 835 А противо-ЭДС постоянна. После появления тока рекуперации сила торможения регулируется изменением противо-ЭДС инвертора при постоянной величине тока возбуждения. При торможении заданное значение тока якоря сравнивается со значением тока якоря,

вычисленного в контуре регулирования скорости, который выполняет функции автоматического задатчика тока якоря для контуров регулирования тока якоря и возбуждения. Наименьшее значение из этих двух величин определяет силу торможения тяговых электродвигателей. Полученное таким образом значение задания тока якоря сравнивается с наибольшим из значений, соответствующих фактическим значениям токов якорей. Значение рассогласования между заданным и фактическим значениями тока якоря используется в контуре для вычисления задаваемого назначения тока возбуждения. Заданное значение тока возбуждения сравнивается со значением, соответствующим фактической величине тока возбуждения тяговых электродвигателей. Разность между заданным и фактическим значениями токов возбуждения используется для вычисления управляющих цифровых кодов, преобразуемых в импульсы управления ВУВ.

Вычисленное в контуре значение рассогласования между заданным и фактическими значениями тока якоря определяет значение управляющих цифровых кодов, преобразуемых в импульсы управления тиристорами ВИП. В контуре регулирования скорости движения сравнивается заданное значение, поступающее с задатчика неисправностей, и фактическое значение скорости, поступающее с датчиков угла поворота. Поддержание заданного значения скорости движения на спуске ведется по максимально фактическому значению частоты вращения колесных пар, так как частота вращения колесной пары, у которой произошел срыв сцепления колеса с рельсом, будет ниже, чем у нормально работающей колесной пары. По рассогласованию заданного и фактического значений скорости движения на спуске контур РС вырабатывает сигнал, пропорциональный заданному значению тока якорей, для поддержания этой скорости.

7.8.4. Цепи защиты от боксования и юза

Защита от боксования и юза обеспечивается подсыпкой песка под колесные пары и снижением момента вращения тяговых электродвигателей. Подсыпка песка может осуществляться периодически кратковременным нажатием кнопки S57 ПЕСОК1, педали S29 ПЕСОК головной хвостовой секции или автоматически по сигналу блока управления A55 каждой секции при боксовании и юзе, а также при служебном и экстренном торможении. При этом на каж-

дой секции электровоза в зависимости от направления движения включаются электропневматические клапаны песочницы У11, У13 или У12, У14, обеспечивающие подсыпку песка под первую по ходу движения колесную пару каждой тележки головной (хвостовой) секции (рис. 223) и бустерной секции (рис. 224). Напряжение на клапаны песочниц У11—У14 подается через выключатель SF30 ПЕСОК, СИГНАЛЫ, РЕЗЕРВУАРЫ и контакты переключателя SA3 головной (хвостовой) секции. Для обеспечения автоматической подсыпки песка при боксовании и юзе необходимо включить тумблер S30 ПЕСОК АВТОМАТИЧЕСКИ на головной (хвостовой) секции. При этом напряжение на катушки клапанов песочниц У11—У14 подается по цепи:

- головной (хвостовой) секции: провод Э53, блок управления А55, панели диодов U52, U59, U60, контакты реле KV16 в зависимости от направления движения;

- на бустерной секции: провод Э53, блок управления А55, панели диодов U52, U59, U60, контакты переключателей QP1 блоков А11, А12 в зависимости от направления движения электровоза.

Панель диодов U52 предназначена для исключения подачи напряжения в блок управления А55 от провода Э52. При боксовании или юзе всех колесных пар одновременно с импульсной подсыпкой песка блоком управления А55 обеспечивается снижение тока тяговых электродвигателей пропорционально производной частоты вращения колесных пар. После восстановления сцепления колесных пар с рельсами ток плавно увеличивается до заданного значения. При аварийно-экстренном торможении напряжение на клапаны песочниц У11—У14 подается через контакты переключателя SA3, провод Н321, контакты тумблера S31 ПЕСОК ЭКСТРЕННО головной (хвостовой) секции. Тумблер S31 предназначен для отключения клапанов песочниц при проезде стрелок. Контакты переключателя SA3 предназначены для обеспечения возможности включения клапанов песочниц только из рабочей кабины. При экстренном торможении (при срабатывании электропневматического клапана У25 или установке рукоятки крана машиниста SQ3 головной (хвостовой) секции в шестое положение) и скорости движения выше 10 км/ч (замкнуты контакты реле KV85) клапаны песочниц У11—У14 включаются контактами реле KV12 или KV13 головной (хвостовой) секции. При служебном торможении клапаны песочниц У11—У14 включаются

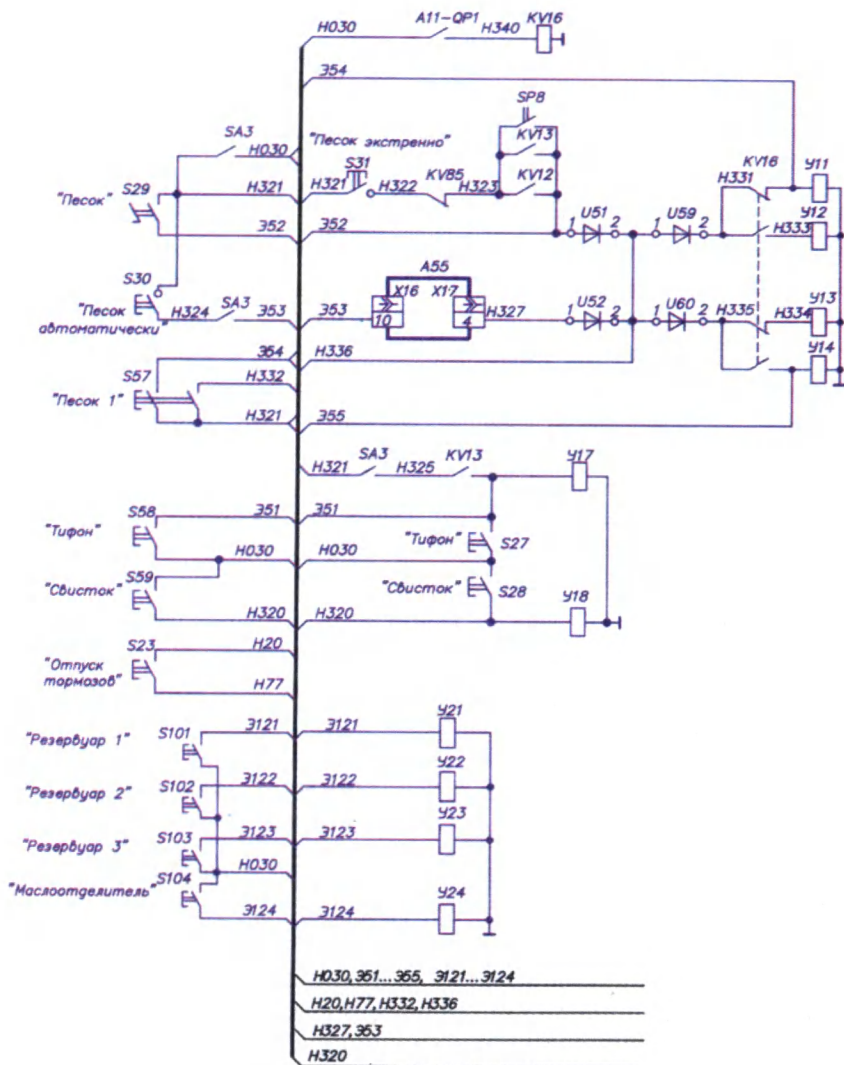


Рис. 223. Схема цепей управления клапанами звуковых сигналов и пескоподачи головной (хвостовой) секции

пневматическим выключателем SP8 головной (хвостовой) секции при достижении давления воздуха в тормозных цилиндрах до значения из диапазона от 0,28 МПа (2,8 кгс/см²) до 0,32 МПа (3,2 кгс/см²).

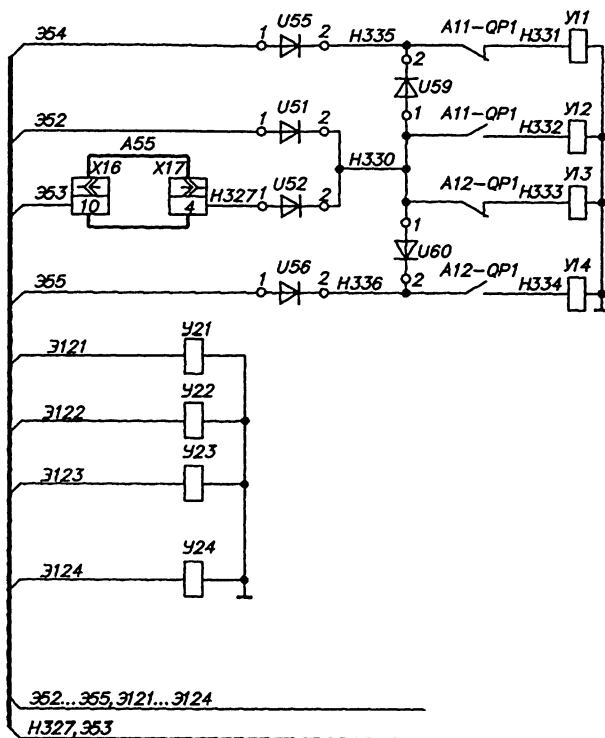


Рис. 224. Схема цепей пескоподачи бустерной секции

7.8.5. Цепи управления краном машиниста с дистанционным управлением

Кран машиниста применен на электровозах 2ЭС5К № 001-057. Кран машиниста с дистанционным управлением предназначен для управления пневматическими и электропневматическими тормозами. В кране предусмотрена возможность управления, как вручную, так и дистанционно в системах безопасности и автоведения с непрерывной диагностикой тормозного оборудования в рамках комплексной системы диагностики поезда.

Кран машиниста состоит из:

- контроллера крана машиниста SM3;
- клапанов аварийного экстренного торможения SQ3, SQ4;

— крана резервного управления, который управляет пневматической системой непосредственно и с дистанционным управлением связи не имеет;

- выключателя цепей управления SQ1;
- блока электропневматических приборов A13;
- блока тормозного оборудования A14.

Контроллер крана машиниста SM3 предназначен для управления тормозами. Электрические сигналы от контроллера передаются на электронный блок, расположенный на исполнительной части. Каждому положению рукоятки контроллера соответствует определенное стояние электропневматических вентилей на исполнительной части и определенное состояние тормозной магистрали. Клапан аварийного экстренного торможения SQ3, SQ4 предназначены для выполнения экстренного торможения при возникновении аварийной ситуации и отказе контроллера. Кнопка клапана аварийного экстренного торможения имеет два фиксированных положения. При нажатии на кнопку клапана происходит прямое сообщение тормозной магистрали с атмосферой, при этом отключается тяга и автоматически подается песок под колесные пары тяговых электродвигателей. Кран резервного управления предназначен для управления пневматическими тормозами при отказе контроллера крана машиниста или отсутствии электрического питания контроллера. Выключатель цепей управления SQ1 предназначен для управления устройствами блокировки тормозов, размещенными на исполнительной части крана машиниста. Ключ выключателя съемный, один на две кабины. Ключ имеет три положения: блокировка включена, блокировка выключена, смена кабины управления. Блок электропневматических приборов A13 является исполнительной частью крана машиниста. Контроллер, клапан аварийного экстренного торможения, резервный кран управления и выключатель цепей управления воздействует на исполнительную часть крана машиниста. Блок тормозного оборудования A14 представляет собой панель с расположенными на ней пневматическими и электропневматическими приборами и соединенную с пневматическими магистралями, резервуарами и тормозными цилиндрами тележек локомотива. В режиме рекуперативного торможения оборудованием блока A14 осуществляется замещение электрического торможения пневматическим при разборе схемы электрического торможения. Сигнал на

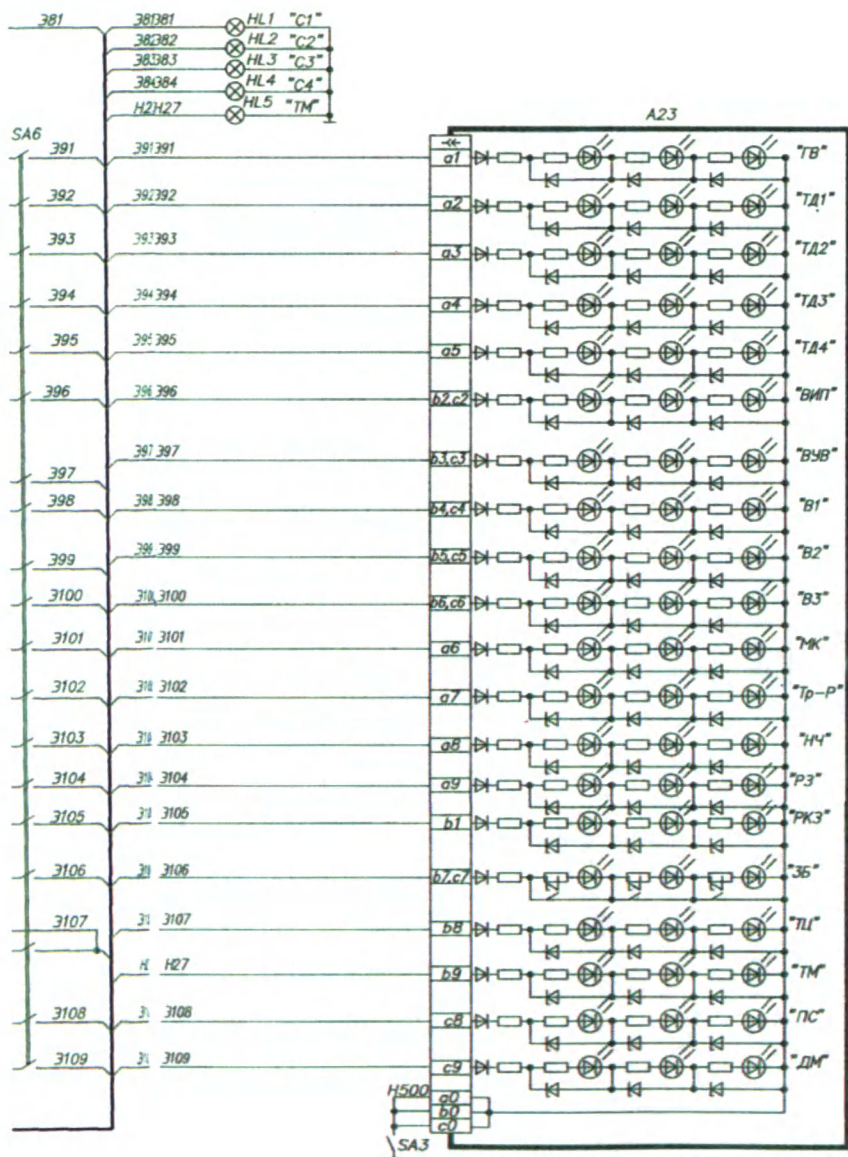
замещение поступает в блок А14 по проводам Н66, Н67. Отпуск тормозов осуществляется подачей питания на провод Т21 от кнопки S23 ОТПУСК ТОРМОЗОВ головной (хвостовой) секции. При этом получает питание катушка реле KV64 и по проводу Т10 становится на самоподхват. Снятие питания с реле KV64 и завершение отпуска тормозов осуществляется блоком А14.

7.8.6. Цепи сигнализации о состоянии оборудования

Схема цепей сигнализации о состоянии оборудования головной (хвостовой) секции приведена на рис. 225, бустерной секции — на рис. 226. Сигнализация осуществляется индикаторами блока сигнализации А23 и лампами сигнализации НЛ1—НЛ4 головной (хвостовой) секции, выполняющими функцию суммирования сигналов о состоянии оборудования, соответственно, на первой, второй, третьей, четвертой, по ходу движения секции. Лампа НЛ5 «ТМ» сигнализирует о снижении давления в тормозной магистрали. Напряжение на лампу НЛ5 подается от блокировки реле KV18 при его включении. Питание индикаторов блока сигнализации А23 осуществляется от выключателя SF29 СИГНАЛИЗАЦИЯ и тумблера S54 СИГНАЛИЗАЦИЯ головной (хвостовой) секции через контакты переключателя SA3 по проводу Э80. При неисправности любой секции контакты переключателя SA5 с проводами Э80, Н410 обеспечивают цепи сигнализации данной секции. Развязка между собой цепей индикаторов блока сигнализации А23 и ламп НЛ1—НЛ4 обеспечивается блоками диодов U80, U81 и панелями диодов U77, U84, которые исключают подачу напряжения на не работающие индикаторы блока сигнализации А23 от работающего индикатора через провода связи с лампами НЛ1—НЛ4 суммирующей сигнализации. Панели диодов U75, U76 исключают «паразитные» связи в цепях сигнализаторов давления SP11, SP12 отпуска тормозов. При включении тумблеров S71—S74 СИГНАЛИЗАЦИЯ /С1-С4 головной (хвостовой) секции включаются переключатели SA6 всех секций электровоза, подключая цепи сигнализации каждой секции к индикаторам блока сигнализации А23 рабочей кабины. При загорании индикаторов ГВ, ТД1—ТД4, ВИП, ВУВ, МК, РКЗ, ЗБ, ТЦ, ДМ, ПС блока сигнализации А23 рабочей кабины загорается соответствующая лампочка НЛ1—НЛ4, указывающая секцию, в которой появилась неисправность. При загорании индикаторов В1, В2, В3, Тр-Р, НЧ, РЗ, как следствие, загорятся индикаторы ТД1—ТД4 и одна из ламп НЛ1—НЛ4.

7.8.7. Цепи управления устройствами обогрева и кондиционером

Схема цепей управления калориферами, обогревателями кабины и кондиционером головной (хвостовой) секции приведена на рис. 227, 228. Схема цепей управления обогревателями бустерной секции приведена на рис. 229. Калориферы Е3, Е4 головной (хвостовой) секции включаются с помощью тумблеров S41 КАЛОРИФЕР 1/СТУПЕНЬ 1, S42 КАЛОРИФЕР 1/СТУПЕНЬ 2, S43 КАЛОРИФЕР 2/СТУПЕНЬ 1, SF44 КАЛОРИФЕР 2/СТУПЕНЬ 2. Напряжение к указанным тумблерам подается от выключателя SF33 ОБОГРЕВ КАБИНЫ через контакты переключателя SA3, контакты реле напряжения панели А5, контакты термореле калориферов Е3, Е4. Контакты переключателя SA3 предназначены для исключения возможности включения калориферов в не рабочей кабине. Контакты реле напряжения панели А5 предназначены для контроля наличия напряжения в цепях электродвигателей вентиляторов калориферов Е3, Е4. Контакты термореле предназначены для отключения калориферов при их перегреве. Тумблерами S41, S43 включаются реле KV51, KV54, которые замыкают контакты в цепях электродвигателей вентиляторов калорифера, а через контакты реле KV61 включаются реле KV52, KV55, которые замыкают контакты в цепях нагревателей первой ступени обогрева. Тумблерами S42, S44 через контакты реле KV61 включаются реле KV53, KV56, которые замыкают контакты в цепях нагревателей второй ступени обогрева. При срабатывании термореле калорифера Е3 или Е4 отключаются реле KV51, KV53 или KV54—KV56, которые своими контактами отключают соответствующий калорифер. При срабатывании реле напряжения панели А5 отключаются реле KV54—KV56, которые своими контактами отключают калориферы Е3, Е4. Поддержание температуры воздуха в кабине машиниста в холодное время года обеспечивается управлением калориферами с помощью датчика-реле температуры SK1, работающего совместно с термопреобразователем сопротивления R50. При температуре в кабине машиниста 20 °С и ниже замыкаются контакты датчика-реле SK1 в цепи катушки реле KV61. Включившись, реле KV61 замыкает контакты в цепях катушке реле KV52, KV53, KV55, KV56, обеспечивая включение нагревателей соответствующих ступеней обогрева. При этом загорается светодиод датчика-реле SK1. При повышении температуры в кабине машиниста до значения из диапазона 22—24 °С



головной(хвостовой) секции

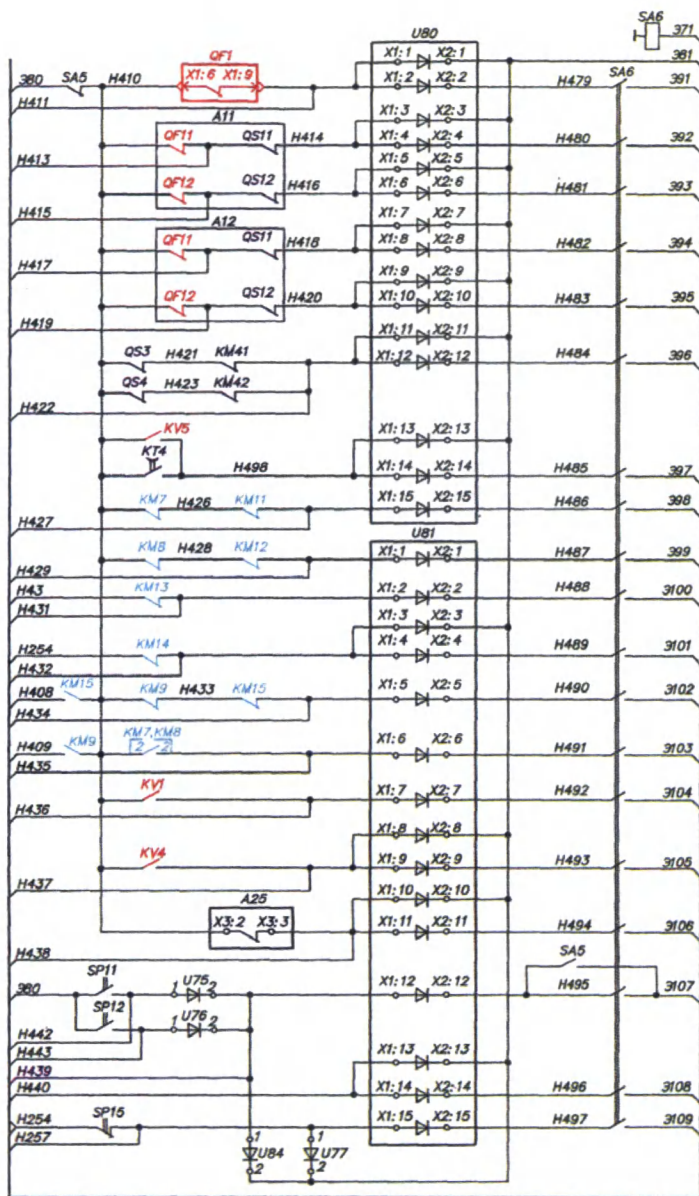


Рис. 226. Схема цепей сигнализации бустерной секции

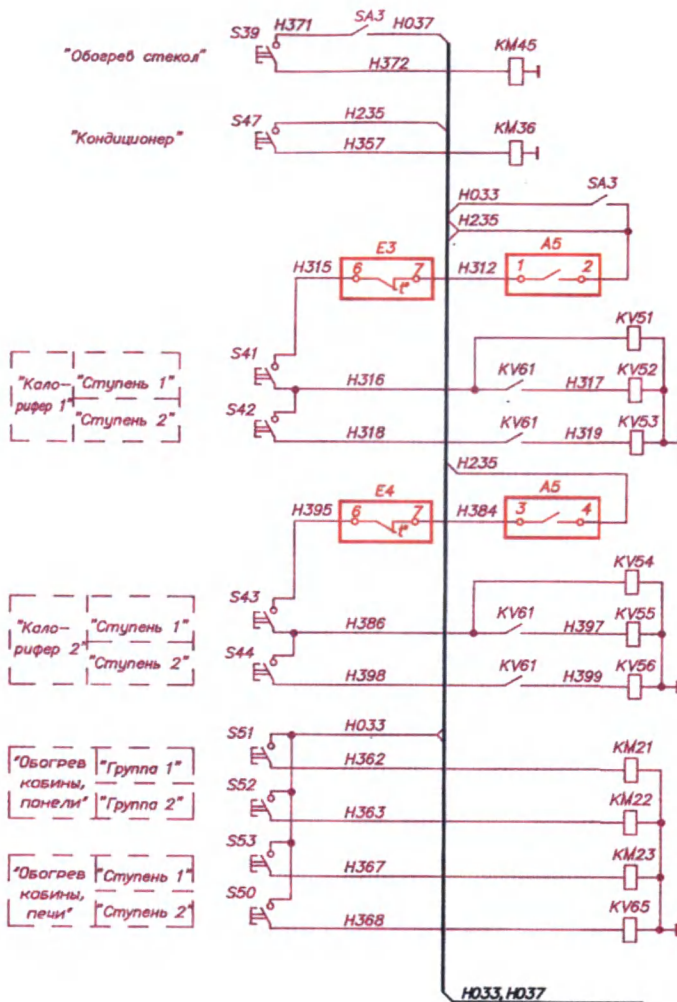


Рис. 228. Схема цепей управления устройствами обогрева головной (хвостовой) секции с металлическими кабинами

контакты датчика-реле SK1 размыкаются, отключая реле KV61, и обеспечивая тем самым отключение нагревателей калориферов E3, E4. При этом светодиод датчика-реле SK1 должен погаснуть. Для исключения автоматического управления калориферами и обеспечения перехода на ручное управление необходимо переключить

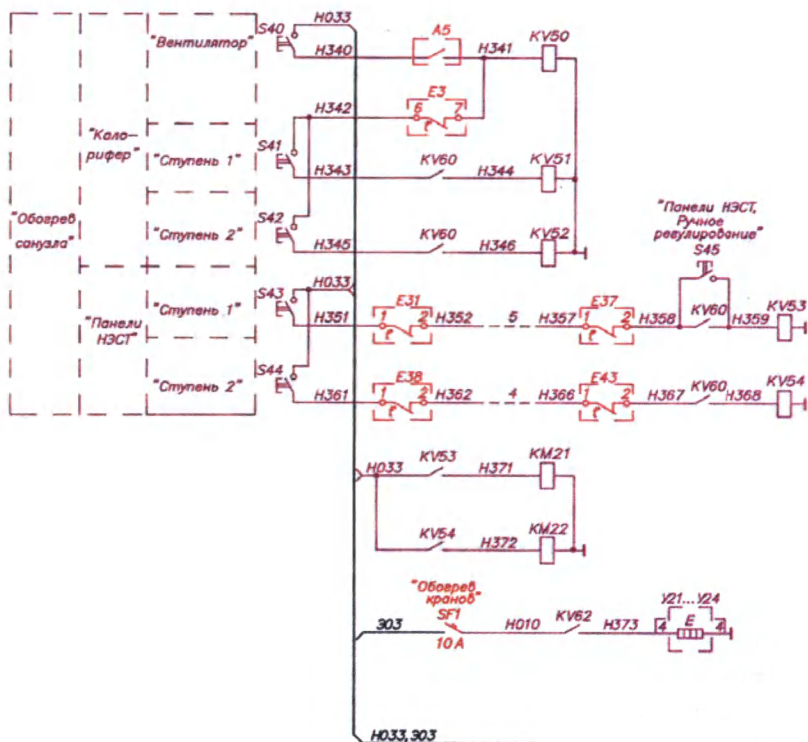


Рис. 229. Схема цепей управления устройствами обогрева бустерной секции

тумблер S15 в положение РУЧНОЕ. При этом контакты тумблера S15 шунтируют контакты датчика-реле SK1. Работа калориферов в режиме вентиляции осуществляется установкой тумблера S15 в положение АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ и отключением тумблера S19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ. При этом отключается реле KV61, отключая контакты в цепях катушек реле KV52, KV53, KV55, KV56. Реле отключаются и размыкают контакты в цепях нагревателей калорифера E3, E4.

Калорифер E3 обогрева санузла бустерной секции включается с помощью тумблеров S40 КАЛОРИФЕР/ВЕНТИЛЯТОР, S41 КАЛОРИФЕР/СТУПЕНИ1, SF42 КАЛОРИФЕР/СТУПЕНИ2. Напряжение к указанным тумблерам подается от выключателя SF33 ОБОГРЕВ САМУЗЛА. Тумблером S40 через контакты реле напряжения панели

А5 включается реле KV50, которое замыкает контакты в цепи электродвигателя вентилятора калорифера, а через контакты термореле калорифера подается напряжение на тумблеры S41, S42. Тумблером S41 через контакты реле KV60 включается реле KV51, которая замыкает контакты в цепи нагревателя первой ступени обогрева. Тумблером S42 через контакты реле KV60 включается реле KV52, которое замыкает контакты в цепи нагревателя второй ступени обогрева. При срабатывании реле напряжения панели А5 отключаются реле KV50—KV52, которые своими контактами отключают калорифер Е3. При срабатывании термореле калорифера Е3 отключаются реле KV51, KV52, которые своими контактами отключают нагреватели калорифера. При температуре в помещении санузла 20 °С и ниже замыкаются контакты датчика-реле температуры SK1 в цепи катушки реле KV60, которое замыкает контакты в цепях катушек реле KV51, KV52, обеспечивая включение нагревателя соответствующей ступени обогрева. При этом загорается светодиод датчика-реле SK1. При повышении температуры в помещении санузла до значения из диапазона от 22 до 24 °С контакты датчика-реле SK1 размыкаются, отключая реле KV60 и этим обеспечивая отключение нагревателей калорифера Е3. При этом светодиод датчика-реле SK1 должен погаснуть. Работа калорифера Е3 в режиме вентиляции осуществляется отключением тумблера S19 ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ. При этом отключается реле KV60, которое размыкает контакты в цепях катушек реле KV51, KV52. Реле отключаются и размыкают контакты в цепях нагревателей калорифера Е3. Включение панелей электронагревательных Е31-Е39 (первая группа), Е40—Е47 (вторая группа), Е48, Е49 (третья группа) обогрева пластиковой кабины машиниста головной (хвостовой) секции осуществляется тумблерами S51—S53 ОБОГРЕВ КАБИНЫ, ПАНЕЛИ/ГРУППА 1-3, соответственно. Напряжение к указанным тумблерам подается от выключателя SF33 ОБОГРЕВ КАБИНЫ. Отключение нагревателей панелей при их перегреве осуществляется датчиками температуры, встроенными в панели Е31—Е49. Датчики панелей включены в цепи катушек реле KV65—KV67, которые своими контактами включают контакторы КМ21—КМ23. Контакторами осуществляется включение или отключение соответствующей группы панелей Е31—Е49. Включение панелей Е41—Е47 (первая группа), Е48—Е62 (вторая группа) обогрева металлической кабины машиниста головной (хвостовой)

секции осуществляется тумблерами S51, S52 **ОБОГРЕВ КАБИНЫ, ПАНЕЛИ/ГРУППА 1,2**, которые включают контакторы КМ21, КМ22 соответственно. Включение печей электрических E10, E11, E15, E16, обогрева пластиковой кабины осуществляется тумблерами S49, S50 **ПЕЧИ/СТУПЕНЬ 1,2** которые включают контакторы КМ24, КМ25 соответственно. Напряжение к тумблерам S49, S50 подается от выключателя SF33 **ОБОГРЕВ КАБИНЫ**. Включение электрических печей E10, E11 и E15, E16 обогрева металлической кабины машиниста головной (хвостовой) секции осуществляется тумблерами S53 **ПЕЧИ/СТУПЕНЬ 1** и **ПЕЧИ/СТУПЕНЬ 2**, которые включают контактор КМ23 и реле KV65 соответственно. Напряжение к указанным тумблерам подается от выключателя SF33 **ОБОГРЕВ КАБИНЫ**. Включение панелей электронагревательных E31—E37 (ступень1), E38—E43 (ступень2) обогрева санузла бустерной секции осуществляется тумблерами S43 **ПАНЕЛИ НЭСТ/СТУПЕНЬ 1**, S44 **ПАНЕЛИ НЭСТ/СТУПЕНЬ 2**, соответственно. Напряжение к указанным тумблерам подается от выключателя SF33 **ОБОГРЕВ САНУЗЛА**. Отключение нагревателей панелей при их перегреве осуществляется датчиками температуры, встроенными в панели E31—E43. Датчики панелей включены в цепи катушек реле KV53, KV54, которые своими контактами включают контакторы КМ21, КМ22. Указанными контакторами осуществляется включение или отключение соответствующей группы панелей E31—E43. Поддержание температуры воздуха в помещении санузла в холодное время года обеспечивается управлением нагревателями панелей E31—E43 с помощью датчика —реле температуры SK1 и тумблера S45 **ПАНЕЛИ НЭСТ/РУЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ**. При температуре в помещении санузла 20 °С и ниже замыкаются контакты датчика-реле SK1 в цепи катушки реле KV60. Включившись, реле KV60 замыкает контакты в цепях катушек реле KV53, KV54, которые своими контактами включают контакторы КМ21, КМ22 соответствующих групп панелей E31, E43. Ручное управление панелями E31—E37 осуществляется включением тумблера S45 **ПАНЕЛИ НЭСТ/РУЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ**, контакты которого шунтируют контакты реле KV60. Обогрев лобового стекла и боковых стекол кабины машиниста головной (хвостовой) секции осуществляется включением тумблера S39 **ОБОГРЕВ СТЕКОЛ**. Питание цепей управления обогрева стекол осуществляется от выключателя SF37 **ОБОГРЕВ**

СТЕКЛОЛ через контакты переключателя SA3. Включение нагревательных элементов стекол осуществляется с помощью контактора КМ45. Кондиционер А50 головной (хвостовой) секции включается с помощью тумблера S47 КОНДИЦИОНЕР. При включении тумблера включается контактор КМ36, через контакты которого от обмотки собственных нужд подается напряжение 220 В в цепь питания кондиционера.

7.8.8. Цепи управления стеклоочистителями и зеркалами заднего вида

Питание моторедукторов стеклоочистителей А122, А123 головной (хвостовой) секции осуществляется от преобразователя питания стеклоочистителей А120. Напряжение питания на выходе блока А120 составляет 24 В. Подача питания на блок А120 осуществляется выключателем SF36 СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЬ. При включении тумблера S21 СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЬ подается питание на катушку реле KV71, контакты которого запитывают блок А118 от преобразователя А120. Блок А118 осуществляет управление режимами работы моторедукторов стеклоочистителей А122, А123 в зависимости от положения тумблера S22 СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЬ/ПРЕРЫВНО-НЕПРЕРЫВНО. При установке тумблера S22 в положение НЕ-ПРЕРЫВНО режим работы стеклоочистителей — непрерывный: количество двойных ходов щеткодержателей 25 ± 3 мин⁻¹.

При установке тумблера S22 в положение ПРЕРЫВНО режим работы стеклоочистителей прерывист: один рабочий цикл двойной ход щеткодержателей, пауза — один рабочий цикл. Питание омывателей стекла А121 головной (хвостовой) секции осуществляется от преобразователя А120 при включении кнопки S121 ОМЫВАТЕЛЬ.

Питание обогревателей и двигателей установки в положение зеркал заднего вида А131, А132 головной (хвостовой) секции осуществляется от преобразователя питания А130 напряжением 24 В постоянного тока при включенном выключателе SF34 ПОДСВЕТКА, ШТОРА, ЗЕРКАЛА. Обогрев зеркал включается с помощью тумблера S40 ОБОГРЕВ ЗЕРКАЛ. Установка положения зеркал осуществляется переключателем SA8 (рис. 230, 231). Питание двигателей электродвигателя шторы А125 головной (хвостовой) секции осуществляется от преобразователя питания А130. Питание двигателей электроприво-

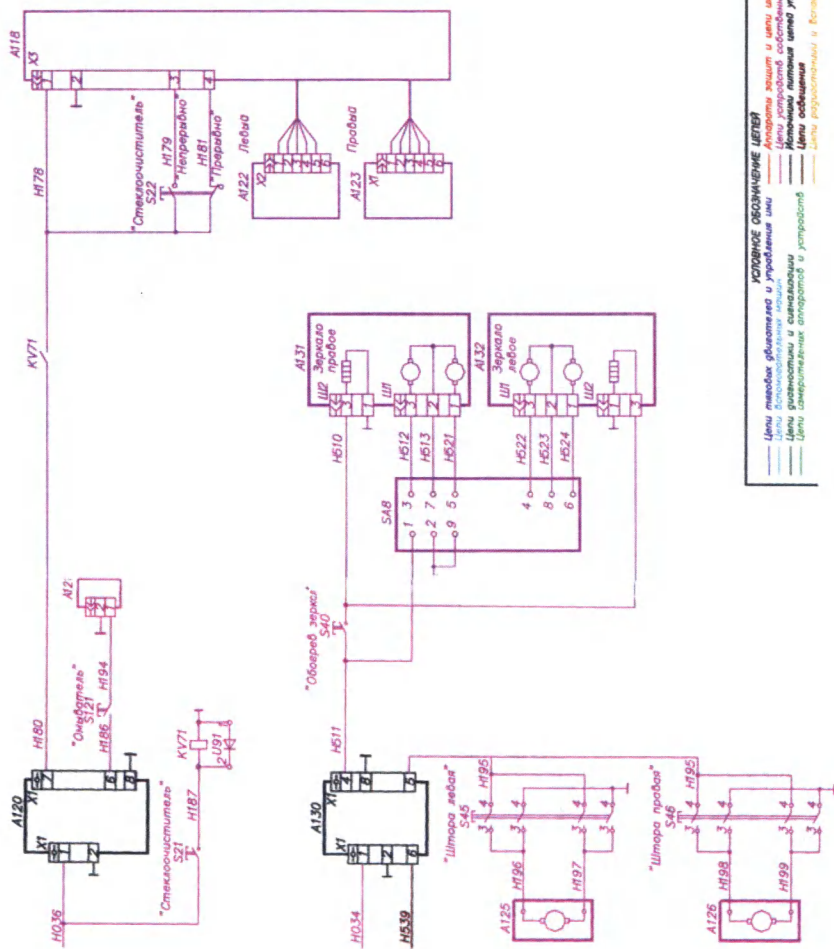


Рис. 231. Схема цепей управления стеклоочистителем и зеркал заднего вида головной (хвостовой) секции с металлическими кабинами

да штор А125, А126 головной (хвостовой) секции осуществляется от преобразователя питания А130. Джойстиком S45 ШТОРА ЛЕВАЯ/ВНИЗ (ВВЕРХ) приводится штора А125 в необходимое положение. Джойстиком S46 ШТОРА ПРАВАЯ/ВНИЗ (ВВЕРХ) приводится штора А126 в необходимое положение (см. рис. 231).

7.8.9. Цепи правления клапанами звуковых сигналов, продувки резервуаров, пневматическими устройствами отпуска тормозов и питания радиостанции

Схема цепей управления клапанами звуковых сигналов и питание радиостанции, клапанами продувки резервуаров, пневматическими устройствами отпуска тормозов головной (хвостовой) секции приведены на рис. 223, схема цепей управления продувки резервуаров бустерная секция приведена на рис. 224. Клапаны звуковых сигналов У17, У18 головной (хвостовой) секции включаются, соответственно, выключателями S58 ТИФОН, S59 СВИСТОК или выключателями S27 ТИФОН, S28 СВИСТОК, напряжение к которым подается выключателем SF30 ПЕСОК, СИГНАЛЫ, РЕЗЕРВУАРЫ. При экстренном положении контроллером крана машиниста SM3 клапан У17 включается автоматически контактами реле KV13. Клапаны продувки резервуаров У21—У23 головной (хвостовой) секции включаются выключателями S101—S103 РЕЗЕРВУАР 1-3, клапан продувки масла отделителя У24 включается выключателем S104 МАСЛООТДЕЛИТЕЛЬ. Напряжение к выключателям подается с помощью выключателя SF30 ПЕСОК, СИГНАЛЫ, РЕЗЕРВУАРЫ. Клапаны продувки резервуаров У21—У23 и маслоотделителя У24 бустерной секции включаются, соответственно, по проводам Э121—Э124 выключателями S101—S104 головной (хвостовой) секции. Питание радиостанции А60 головной (хвостовой) секции (рис. 232) осуществляется от аккумуляторной батареи GB1, GB2 по проводу Н01 через выключатель SF35 РАДИОСВЯЗЬ НОРМАЛЬНО. В случае выхода из строя шкафа питания А25 радиостанция получает питание от провода Э03 через выключатель SF28 РАДИОСВЯЗЬ АВАРИЙНО, тумблеры S37 РАДИОСТАНЦИЯ, S38 ПИТАНИЕ РАДИОСТАНЦИИ/АВАРИЙНО/НОРМАЛЬНО, панель фильтра Z2. Для снижения уровня радиопомех в цепи питания радиостанции предусмотрены конденсаторы С119, С120.

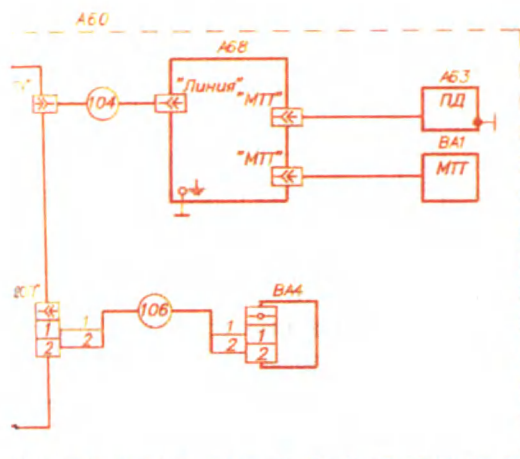


Схема цепей радиостанции РВС-1-07

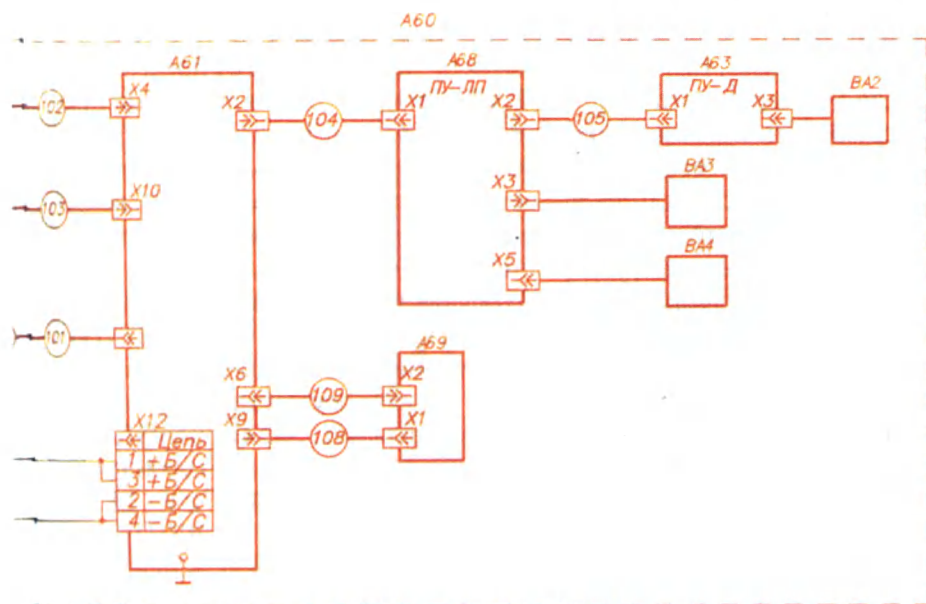


Схема цепей радиостанции "PB-1M"

головной (хвостовой) секции

7.8.10. Цепи освещения

Схемы цепей освещения головной (хвостовой) секции приведены на рис. 233, бустерной секции на рис. 234. Лампа прожектора EL1 головной (хвостовой) секции включается выключателем ПРОЖЕКТОР ТУСКЛО, блока выключателей S20, напряжение к которому подается от выключателя SF31 ПРОЖЕКТОР. Увеличение яркости освещения осуществляется выключателем ПРОЖЕКТОР/ЯРКО блока выключателей S20, при включении которого шунтируется резистор R41 и часть резистора R42. Не зашунтированная часть резистора R42 предназначена для ограничения тока лампы прожектора с целью увеличения ее срока службы. Освещение помещения санузла бустерной секции осуществляется лампами EL1, EL2 и включается выключателем SF38 ОСВЕЩЕНИЕ САМУЗЛА. Освещение тележек головной (хвостовой) секции осуществляется лампами EL11—EL18 и включается тумблером S78 ОСВЕЩЕНИЕ ТЕЛЕЖЕК, напряжение к которому подается по проводу H014 через контакты переключателя SA3. Тумблер S78 включает реле KV78, которое своими контактами включает лампы EL11—EL18 от предохранителя F34. Освещение тележек бустерной секции осуществляется лампами EL11, EL18 и включаются по проводу H014 от предохранителя F34 через контакты реле KV78. Реле KV78 включается по проводу Э128 после включения тумблера S78 ОСВЕЩЕНИЕ ТЕЛЕЖЕК головной (хвостовой) секции. Освещение измерительных приборов головной (хвостовой) секции осуществляется микролампами, встроенными в окантовку приборов, имеющими напряжение питания 6 В и на схеме условно показанными одной лампой для одного прибора. Питание ламп EL31, EL35 осуществляется от преобразователя А37, получающего питание 50 В от тумблера S79 ОСВЕЩЕНИЕ ПРИБОРОВ и имеющего на выходе напряжение 6 В. Освещение документов головной (хвостовой) секции осуществляется лампами EL41, EL42 и включается тумблерами S81, S82 ОСВЕЩЕНИЕ ДОКУМЕНТОВ. Освещение кабины машиниста головной (хвостовой) секции осуществляется лампами EL43, EL44, EL49, EL50 и включается тумблерами S83 ЗЕЛЕНый СВЕТ, S89 ОСВЕЩЕНИЕ КАБИНЫ/ЯРКО, S90 ОСВЕЩЕНИЕ КАБИНЫ/ТУСКЛО. После включения тумблера S89 лампы EL49, EL50 соединяются параллельно, после включения тумблера S90 — последовательно. Напряжение к тумблерам подается от выключателя SF32 ФОНАРИ БУФЕРНЫЕ,

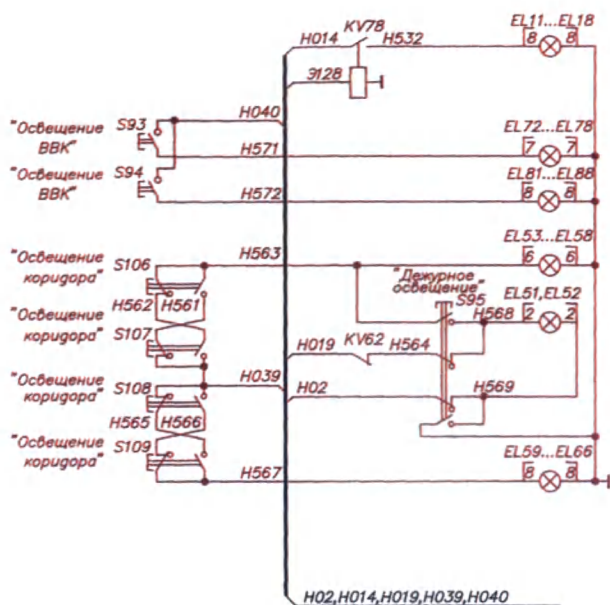


Рис. 234. Схема цепей освещения бустерной секции

ОСВЕЩЕНИЕ КАБИНЫ. Лампы Н11—Н14 буферных фонарей головной (хвостовой) секции включаются тумблерами S85 **ФОНАРЬ БУФЕРНЫЙ/ПРАВЫЙ**, S87 **ФОНАРЬ БУФЕРНЫЙ/ЛЕВЫЙ**, S86, S88 **ФОНАРЬ БУФЕРНЫЙ/КРАСНЫЙ/БЕЛЫЙ**. Напряжение к тумблерам подается выключателем SF32 **ФОНАРИ БУФЕРНЫЕ, ОСВЕЩЕНИЕ КАБИНЫ**.

7.8.11. Цепи блока управления гребнесмазывателем

Блок управления гребнесмазывателем А21 предназначен для автоматического дозирования подачи смазки на гребни колес секции электровоза при прохождении заданного расстояния. Питание к блоку управления А21 подается по проводу Н20 через контакты 5-6 контроллера машиниста SM1. По сигналу от блока связи А104 через разветвитель сигналов блок управления А21 через каждые 87,5 м пройденного пути подает напряжение на катушку электромагнитного вентиля пневматического устройства У30. В результате сжатый воздух поступает из питательной магистрали к форсункам, которые обеспечивают при этом подачу смазки на гребне первой по

ходу движения колесной пары. При подаче напряжения клапанам песочниц одновременно напряжение по проводу Н332 поступает к блоку управления гребнесмазывателем А21 для обеспечения запрета подачи смазки на гребни колесной пары. В случае применения пневматического тормоза при достижения давления воздуха в тормозных цилиндрах электровоза до значения из диапазона от 1,1 кгс/см² до 1,3 кгс/см² проводом Н439 в блок управления А21 подается сигнал для обеспечения запрета подачи смазки на гребни колесной пары. Панели диодов U30, U55 и U56 исключают паразитные связи между проводами Н332, Н336 и Н439 в цепях питания блока управления А21.

7.8.12. Цепи системы автоматического управления торможения (САУТ-ЦМ/485)

Схема цепей управления САУТ-ЦМ/485 головной (хвостовой) секции приведена на рис. 235. Аппаратура САУТ-ЦМ/485 предназначена для автоматического управления торможения поезда. В состав локомотивной аппаратуры САУТ-ЦМ/485 входят блоки, пульта, датчики, размещенные в разных частях электровоза. Блоки электроники, конструктивно размещенные в блоке электроники и коммутации А105, принимают сигналы датчиков аппаратуры САУТ-ЦМ/485, производит их обработку и вырабатывает управляющие сигналы для блоков коммутации и других периферийных блоков аппаратуры САУТ-ЦМ/485. Блок коммутации, конструктивно размещенный в блоке А105, передает управляющие сигналы, формирующиеся в блоке электроники, на блок локомотивной аппаратуры САУТ-ЦМ/485, КЛУБ-У, МСУТ, обеспечивая гальваническую развязку выходных устройств блока электроники и исполнительных устройств электровоза и согласуя их по уровню мощности. Блок согласования с ЦКР А102 предназначен для питания измерительных преобразователей давления ВР3, ВР4, для приема сигналов с указанных преобразователей, их обработки и передачи обработанных сигналов в блок электроники и коммутации А105. Блок А106 предназначен для обработки сигналов, вырабатываемых локомотивной аппаратурой КЛУБ-У, и передачи сигналов в локомотивную аппаратуру САУТ-ЦМ/485. Через панель U85 подается информация о режимах тяги и рекуперации в блок электроники и коммутации А105: по проводу А263 о тяге (50 В — отсутствие тяги, 0 В — наличие тяги), по проводу А264 о рекуперации (50 В — наличие реку-

перации, 0 В — отсутствие рекуперации). Через панель U86 в блок электроники и коммутации A105 по проводам T118, T119 подается информация об управлении электровозом из кабины данной секции. Блок связи A104 предназначен для согласования уровней выходных импульсов напряжения датчиков угла поворота BR1, BR3 с уровнем входных сигналов, принятом в аппаратуре САУТ-ЦМ/485, а также для гальванической развязки от цепей первичного питания. Блок A104 осуществляет непрерывный контроль исправности канала датчиков скорости BR1, BR3 при движении электровоза. С блока связи A104 передаются выходные импульсы в блок управления гребнесмазывателем A21. Пульт машиниста A107 предназначен для индикации измеряемых и вычисляемых величин, пульт управления SB1 — для передачи управляющих команд от машиниста на блок электроники и коммутации A105. Для измерения давления воздуха в тормозной магистрали используются измерительные преобразователи давления BP1, BP2, для измерения давления воздуха в тормозных цилиндрах используются измерительные преобразователи давления BP3, BP4. Универсальные датчики угла поворота BR1, BR3, установленные на первую и третью колесные пары головной (хвостовой) секции, предназначены для измерения пути, скорости и для определения направления движения поезда. Антенна W3 устанавливается на кронштейны приемных локомотивных катушек L31, L32 и предназначена для преобразования электромагнитного поля шлейфа в напряжение с частотами 19,6; 23, 27 и 31 кГц с целью использования этих частот в канале приема информации о путевых параметрах. Для выдачи речевых сообщений к пулту машиниста A107 подключен динамик BA5. Питание системы безопасности осуществляется от источника питания A101, напряжение к которому поступает от шкафа питания A25 по проводу Э03 через выключатель SF43, а от аккумуляторной батареи по проводу H05 через выключатель SF44. Для снижения постоянно подключенной к аккумуляторной батарее нагрузки провод H05 подключается к положительному выводу пятой банки батареи GB2, считая от минуса батареи. Указанное подключение обеспечивает подачу напряжения к источнику питания A101 в стационарных режимах от шкафа питания A25, а в переходных режимах — от аккумуляторной батареи, исключая сбой в работе системы безопасности. При подаче напряжения к

источнику питания А101 сначала необходимо включать выключатель SF44, а через время от 3 до 5 с — выключатель SF43. После включения аккумуляторной батареи всегда необходимо проверять состояние выключателей SF43, SF44. нельзя оставлять включенными выключатель SF44 при отключенном выключателе SF43, так как при этом часть батареи будет работать в одном режиме, другая часть в другом режиме, что недопустимо. От источника питания А101 проводами Т113, Т114 напряжение подается в блок электроники и коммутации А 105. Включение аппаратуры САУТ-ЦМ/485 осуществляется с помощью тумблера S105. Отдельно к аппаратуре САУТ-ЦМ/485 поставляется блок проверочный для диагностики и программирования.

8. Пневматическое оборудование

8.1. Компрессор ВУ-3,5/10-1450

Компрессор ВУ-3,5/10-1450 предназначен для питания сжатым воздухом тормозных систем и пневматических приборов локомотивов и другого подвижного состава. Общий вид компрессора приведен на рис. 236.

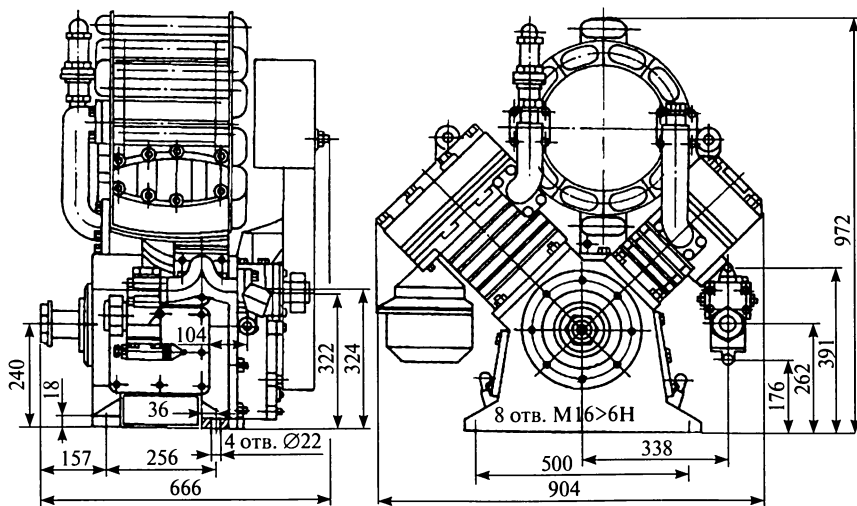


Рис. 236. Компрессор ВУ-3,5/10-1450

Основные технические данные компрессора

Тип компрессора.....	ВУ-3,5/10-1450 Двухступенчатый, двухцилиндровый, V-образное с углом развала 90°
Число цилиндров:	
I ступени.....	1
II ступени	1
Производительность, м/мин	3,5±5 %
Мощность, потребляемая компрессором, кВт	29,05
Частота вращения коленчатого вала, об/мин:	
номинальная.....	1450
минимальная	400
максимальная (кратковременно до 5 мин).....	1670
Давление нагнетания, кгс/см ² :	
конечное	10
минимальное	8,0
максимальное	11,0
Масса компрессора (без смазки, электродвигателя, системы разгрузки), кг	310±5 %
Смазка компрессора	Комбинированная: — под давлением от шестеренчатого масляного насоса; — разбрызгиванием;
Давление масла в системе смазки компрессора, кгс/см ²	
при номинальной частоте вращения	2,5—3,5
при минимальной частоте вращения	1,5
Расход масла при номинальном скоростном режиме, г/ч	21
Тип применяемой смазки.....	Летнее: К-19 ГОСТ 1861-73 от +60 до -5°; КС-19 ГОСТ 9243-75 от +60 до -5°; КС-19п ТУ 38.401-58-243-99 от +60 до -5°; КЗ-20 ТУ 38.401-58-19-91 от +60 до -5°; Из них предпочтительней КС-19 и КЗ-20 Зимнее: КЗ-10н ТУ 38.401-58-149-96 от 0 до -20 РОВЕЛ; КЗ-10С ТУ 0253-093- 001148843-2004 до -50° из них предпочтительней РОВЕЛ, КЗ-10С

Емкость масляной ванны картера, л.....	9,0—1,0
Электронагреватели масла:	
Общая мощность на компрессор, Вт.....	1000
Напряжение, В.....	50, 110, 220

Компрессор (см. рис. 236) представляет собой машину объемного действия двухступенчатого сжатия и состоит из корпуса, закрепленных на нем цилиндров низкого и высокого давления. Для охлаждения воздуха после первой ступени сжатия компрессор снабжен межступенчатым холодильником, который расположен в развале между цилиндрами. Для эффективности охлаждения компрессора, на нем установлен осевой вентилятор с приводом от коленчатого вала компрессора через ременную передачу.

Конструкцией компрессора предусмотрена система электрического подогрева масла для работы в условиях низких температур. На рабочем месте компрессор устанавливается на жесткую раму, прикрепляется к ней четырьмя болтами. В качестве привода компрессора может использоваться электродвигатель, смонтированный на этой же раме, и дизель локомотива через редуктор.

Изменения направления вращения коленчатого вала компрессора производится в заводских условиях. При этом необходима замена колеса вентилятора и изменения положения шестерни привода маслососа. Направление вращения коленчатого вала компрессора указывается стрелкой, прикрепленной к корпусу со стороны приводного конца коленчатого вала. Перед присоединением привода (двигателя, редуктора) к компрессору необходимо убедиться в совпадении направления вращения его вала с направлением, указанным стрелкой. Проверить это необходимо при помощи кратковременного, до 3 с, пуска-остановки компрессора.

Режим работы компрессора: повторно-кратковременный с продолжительностью включения (ПВ) до 50 % при продолжительности цикла до 10 минут включительно в диапазоне давлений 6,0—10,0 кгс/см². Допускается непрерывная работа компрессора с номинальным противодавлением не более 45 мин, но не чаще одного раза в течение двух часов.

Смазка компрессора. При эксплуатации компрессора на электровозе в зимнее время для смазки следует применять только низкотемпературное масло РОВЕЛ КЗ-10С. Перед каждым запуском компрессора в работу после отстоя локомотива обязательно включить электронагреватели масла, при их наличии, в картере на время

не менее 30—40 мин при температуре окружающего воздуха ниже -15° . При длительных эксплуатационных отстоях электровозов необходимо поддерживать работу компрессора с ПВ (10—15) % путем создания искусственной утечки сжатого воздуха из питательной или тормозной магистралей.

Смазка компрессора — комбинированная: шатунные подшипники смазываются под давлением от шестеренчатого насоса, приводимого в действие от коленчатого вала 8, и разбрызгиванием (цилиндры, верхние головки шатунов, коренные подшипники коленчатого вала). Схема смазки компрессора приведена на рис. 237.

Система смазки, кроме шестеренчатого насоса, состоит из магистрали всасывающей 1, расположенной в картере 2, трубопровода масляного фильтра 4, регулировочного клапана 5. Масло заливается в картер через заливочную горловину, которая закрывается пробкой. Контроль уровня масла производится маслоуказателем. Спуск отработанного масла производится через отверстие, расположенное внизу корпуса.

Трущиеся поверхности компрессора смазываются очищенным маслом. Для очистки масла во всасывающей магистрали имеется сетка, а в нагнетательном тракте установлен фильтр. Кроме того, в коленчатом вале имеется полость центробежной очистки масла.

Для нормальной работы необходимо, чтобы давление в масляной системе на номинальном скоростном режиме прогретого компрес-

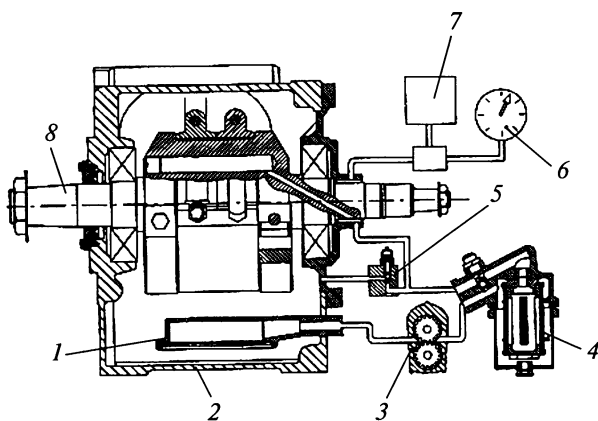


Рис. 237. Смазка компрессора

сора было в пределах $2,5\text{—}3,5\text{ кгс/см}^2$. В случае несоответствия давления по манометру с указанным выше интервалом давлений необходимо произвести его регулировку регулировочным клапаном. Регулировка производится при включенном компрессоре, давление проверяется по масляному манометру 6. При минимальной частоте вращения компрессора давление может понижаться до $1,5\text{—}0,2\text{ кгс/см}^2$. После регулировки необходимо произвести повторное опломбирование регулировочного клапана.

Для сигнализации при потере давления масла в системе смазки служит датчик давления 7 и сигнальная лампочка, устанавливаемая на пульте управления машиниста. Контакты датчика отрегулированы на срабатывание в электрической цепи при снижении давления в системе смазки компрессора до $1,1\pm 0,51\text{ кгс/см}^2$. Контакты датчика способны разрывать электрическую цепь постоянного тока напряжением 50 В, 110 В мощностью 50 Вт при постоянной временной цепи 0,05 с. Предусматривается при монтаже компрессора на локомотивах система сигнализации, выведенная на пульт управления машиниста, включающая в себя: контроль давления масла в системе смазки компрессора, включения и отключения нагревателей масла (ТЭНов) и компрессора.

Для снижения температуры сжатого воздуха служит принудительная система охлаждения, состоящая из межступенчатого холодильника и осевого вентилятора. Для снижения общей теплонапряженности компрессора цилиндры и крышки клапанов имеют развитую оребренную поверхность, которая интенсивно обдувается вентилятором.

Вентилятор — осевой с приводом от коленчатого вала через ременную передачу. Схема натяжения ремня показана на рис. 238.

Холодильник — алюминиевый, барабанно-петлевой, сварной размещен в развале между цилиндрами I и II ступеней. На воздухопроводе между цилиндрами устанавливается предохранительный клапан.

Компрессор на всасывании имеет фильтр-глушитель (рис. 239), предназначенный для очистки всасываемого воздуха и снижения уровня шума на всасывании. Он состоит из основных сборочных единиц и деталей: кронштейна (алюминиевая отливка корпуса), кожуха колпака, двух крышек и фильтрующего элемента. Поток воздуха всасывается через крышку под верхним колпаком и проходит

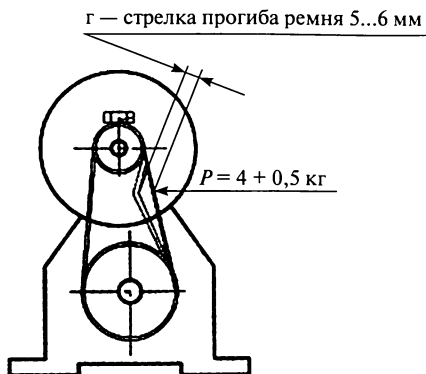


Рис. 238. Схема регулирования натяжения ремня привода вентилятора

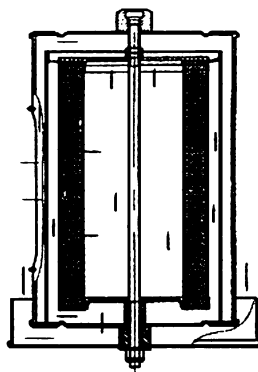


Рис. 239. Фильтр-глушитель

через фильтрующий элемент во всасывающую полость компрессора. Глушение шума, возникающего во всасывающей полости компрессора, осуществляется за счет изменения направления потока всасываемого воздуха в крышке глушителя и при прохождении через фильтрующий элемент.

Производительность компрессора на электроподвижном составе регулируется автоматически в зависимости от давления воздуха в главных резервуарах. При этом по достижении верхнего установленного предела давлений воздуха в главных резервуарах локомотива срабатывает электропневматический регулятор и компрессор автоматически останавливается (при отключаемом приводе). При не отключаемом приводе компрессор переводится на холостой ход. После снижения давления в главных резервуарах до нижнего установленного предела, компрессор начинает работать с подачей воздуха в напорную магистраль.

Верхний и нижний пределы давления воздуха в главных резервуарах устанавливаются в зависимости от конструктивных особенностей и назначения локомотива и могут составлять $7,5 \pm 0,29, 0 \pm 0,2$ кгс/см². Для предотвращения чрезмерного повышения давления на нагнетательном трубопроводе установлены предохранительные клапаны, отрегулированные на давление не более 10 кгс/см². Для предотвращения появления давления в картере компрессора служит сапун рис. 240, 241.

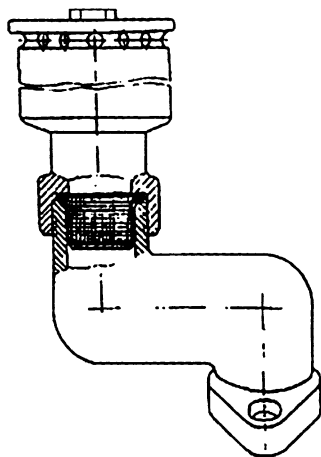


Рис. 240. Сапун

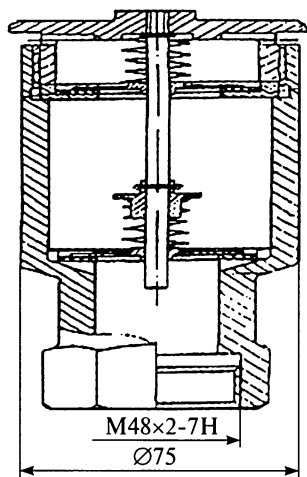


Рис. 241. Узел клапанов сапуна

8.2. Кран машиниста № 395

С установкой на кран машиниста № 394 в 1966 г. контроллера с микропереключателями ему присвоен номер № 395 (рис. 242).

В зависимости от количества микропереключателей и схемы их включения различают следующие модификации крана машиниста: № 395 и № 395-4 соответственно с двумя и тремя микропереключателями для пассажирских локомотивов и одновременного управления пневматическими и электропневматическими тормозами; № 395-3 с одним микропереключателем для грузовых локомотивов, включающим подачу песка и включающим режим тяги в VI положение; № 395-5 с двумя микропереключателями для электро- и дизель-поездов.

Основными частями крана являются: верхняя (золотниковая), средняя (промежуточная), нижняя (уравнительная), редуктор (питательный клапан) и стабилизатор (дресселирующий клапан разрядки уравнительного резервуара). Кран машиниста имеет семь режимов работы с соответствующими положениями ручки: I — зарядка и отпуск; II — поездное; III — перекрыша без питания; IV — перекрыша с питанием; Va — служебное торможение медленным темпом; V — служебное торможение; VI — экстренное торможение. Схема

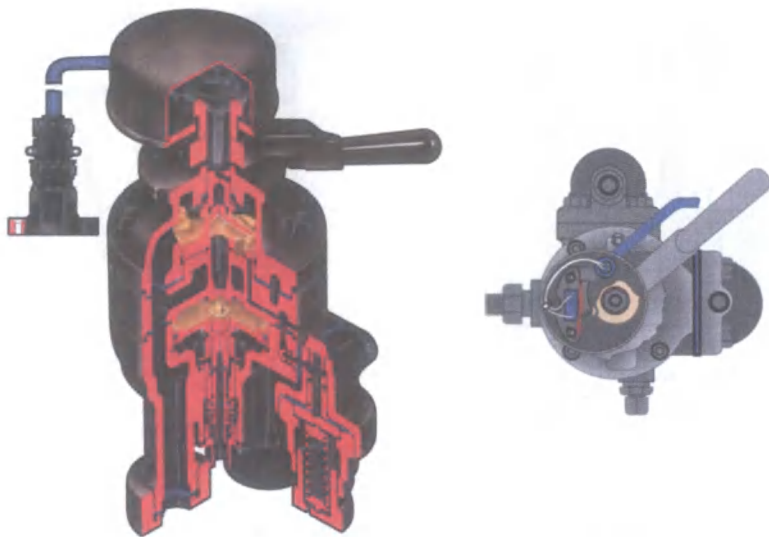


Рис. 242. Кран машиниста условный № 395

соединений пневматических частей крана в этих режимах работы с помощью золотника приведена на рис. 243. В первом положении, двумя путями, через редуктор, канал $УК_1$, $УК_2$, и калиброванное отверстие $К_1$ идет зарядка уравнительного резервуара. Также, двумя путями, через золотник и питательный клапан уравнительного поршня от главного резервуара заряжается тормозная магистраль до установленного машинистом давления. При переводе ручки во второе положение из первого в режиме ликвидации сверхзарядного давления до поездного редуктор закрыт, а давление в уравнительном резервуаре снижается стабильным темпом мягкости, на который отрегулирован стабилизатор. Таким же темпом снижается давление и в тормозной магистрали через клапанный распределитель в хвостовике уравнительного поршня. После достижения поездного давления утечки воздуха через стабилизатор компенсируются открывшимся редуктором и заданный уровень давления поддерживается в уравнительном резервуаре и тормозной магистрали.

При отпуске вторым положением за счет калиброванного отверстия $К_1$ в коротких поездах в полости над уравнительным поршнем и в тормозной магистрали создается повышенное давление, которое

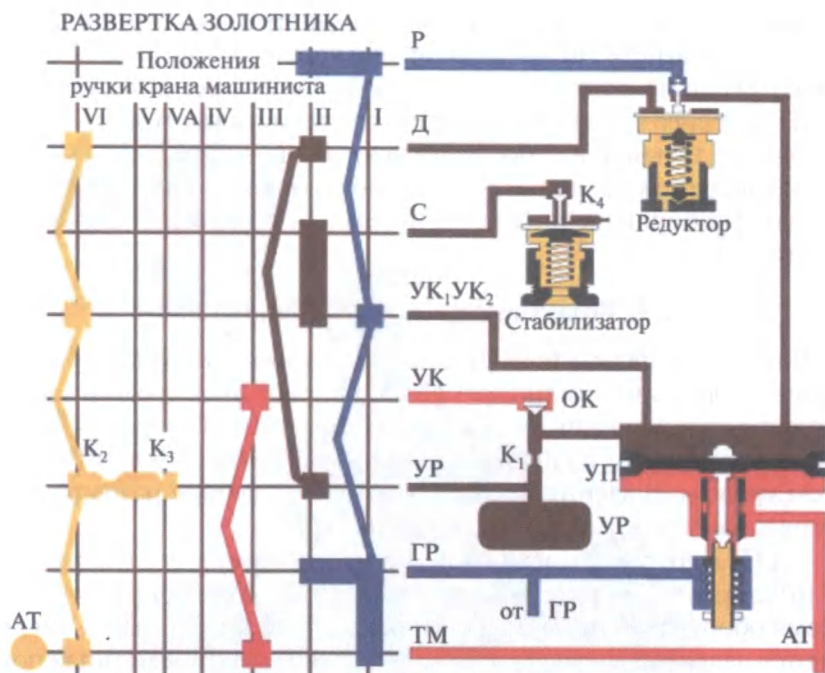


Рис. 243. Схема действия крана машиниста

создается до тех пор, пока в уравнительном резервуаре не будет достигнуто поездное давление.

В третьем положении ручки крана машиниста уравнительный резервуар разряжается в тормозную магистраль через обратный клапан темпом естественных утечек в последней. Обратный клапан не пропускает волну повышенного давления из хвостовой части тормозной магистрали в уравнительный резервуар после ее разрядки для исключения отпуска тормозов части головных вагонов поезда.

В четвертом положении происходит поддержание давления в тормозной магистрали на уровне установившегося в уравнительном резервуаре (допускается разрядка уравнительного резервуара из-за неплотности темпом не более 0,01 МПа за 3 мин). В Va и V положениях уравнительного резервуара разряжается через калиброванные отверстия K_3 или K_2 , обеспечивая два темпа разрядки тормозной магистрали при служебном торможении. В VI положении уравни-

тельный резервуар разряжается темпом экстренного торможения, а тормозная магистраль, кроме разрядки через атмосферный клапан, дополнительно сообщается с атмосферной через золотник.

В последнее время выпускается кран машиниста № 395М, в котором питательный и атмосферный клапаны выполнены с мягкой посадкой, резиновая манжета и латунное кольцо, уплотняющие уравнивательный поршень, поменены местами, а также изменена конструкция втулки.

8.3. Воздухораспределитель № 483.000

Воздухораспределители (ВР) предназначены для изменения давления в тормозных цилиндрах (ТЦ) транспортных средств в зависимости от изменения давления в тормозной магистрали (ТМ), а также для зарядки из последней запасных резервуаров (ЗР). При этом уровень давления в ТЦ соответствует глубине разрядки ТМ и грузовому режиму торможения на ВР.

С 1977 г. грузовой подвижной состав оснащается воздухораспределителями № 483 (рис. 244 впоследствии № 483М) и в настоящее время оборудован практически только этими приборами. Они являются дальнейшим развитием воздухораспределителей типажного ряда № 270, начатого в 1959 г. с прибора № 270-002 золотниково-поршневой конструкции и продолженного в 1968 г. ВР № 270-005-1 с диафрагменно-клапанной магистральной частью (МЧ).

Типажный ряд ВР № 270 характеризуется наличием различных главных (ГЧ) (слева) и магистральных (МЧ) (справа) частей соответственно с одинаковыми привалочными фланцами, устанавливаемых на двухкамерном рабочем резервуаре № 295-001 (№ 295М-001), не претерпевшем каких-либо существенных изменений. Это обеспечивает требуемые для различных видов грузового подвижного состава параметры воздухораспределителей применительно к особенностям его эксплуатации.

Главная часть № 270-023 состоит из корпуса 39, главного поршня 14 с пружиной 36 и штоком 37, уплотненном шестью манжетами и расположенном во втулке 40 уравнивательного поршня 26 с седлом 25 и режимными пружинами 28, обратного 3 (для зарядки ЗР) и выпускного 41, для ручного отпуска тормоза, клапанов с крышкой 42.

Двухкамерный резервуар 43 № 295-001 (295М-001) с рабочей камерой 5,5 л и золотниковой 4,5 л имеет эксцентриковый при-

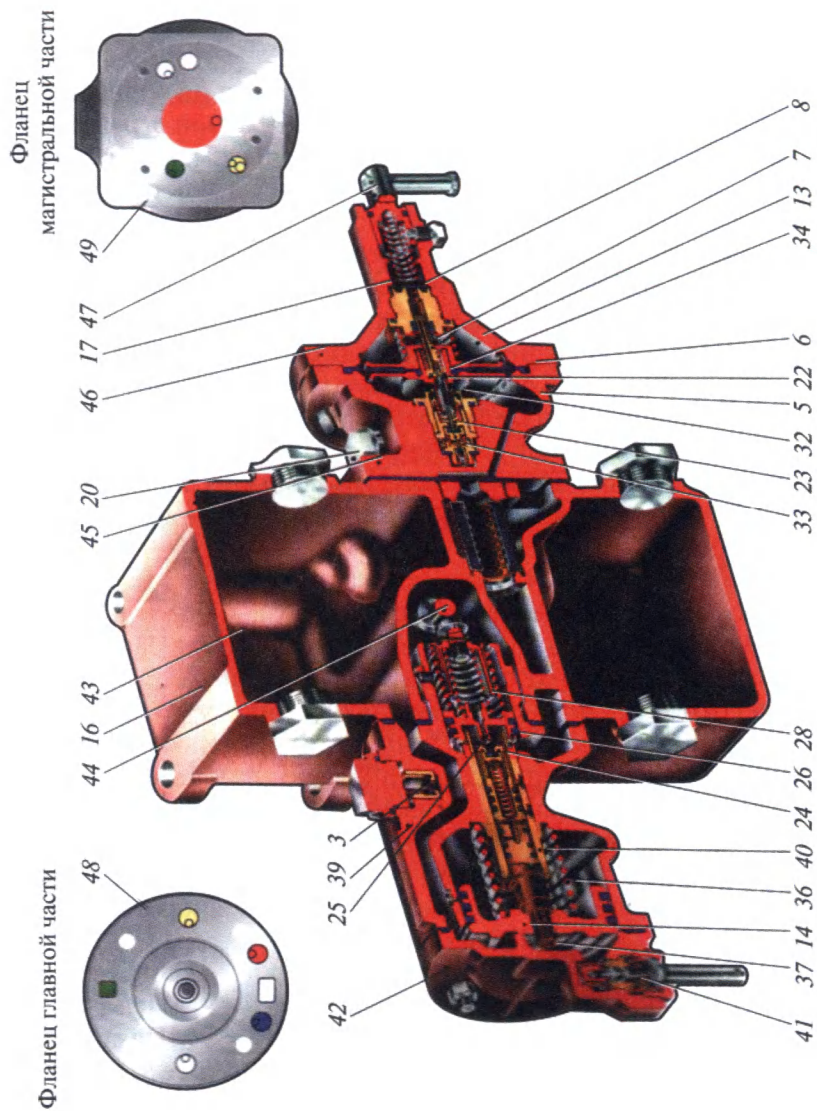


Рис. 244. Воздухораспределитель условный № 483.000

вод 44 для переключения грузовых режимов торможения и устанавливается на раме вагона с помощью четырех болтов. В резервуаре № 295М-001 увеличен размер валика, что вызывает повышение уровней давления в тормозном цилиндре на среднем и груженом режимах работы воздухораспределителя.

Магистральная часть № 483М-010 выполнена из корпуса 45 и крышки 46 с установленной между ними диафрагмой 6, разделяющей магистральную 5 и золотниковую 13 камеры, имеет плунжер 7, толкатель 22, три клапана 23, 33, 34, переключатель режимов 47 «равнинный-горный» и клапан мягкости 20.

Конструкция воздухораспределителя № 483М позволяет поддерживать при торможении минимальный темп разрядки ТМ в хвостовой части длинносоставного поезда через свои каналы, что ускоряет процесс наполнения ТЦ этих вагонов и сокращает тормозной путь. За счет высокой скорости тормозной волны 290—300 м/с, повышенных свойств мягкости (до 0,1 МПа/мин), стандартности действия (независимым от различных факторов и уменьшенным временем наполнения ТЦ) и ряда других положительных особенностей; ВР № 483М обеспечивает возможность вождения поездов весом до 80 тыс. кН.

При зарядке (рис. 245) сжатый воздух из тормозной магистрали (ТМ) 1 проходит через калиброванное отверстие К1 ($\varnothing = 1,3$ мм) 2, обратный клапан (ОК) 3 и поступает в запасный резервуар (ЗР) 4. При этом время зарядки ЗР объемом 0,078 м³ до давления 0,48 МПа составляет около 4,5 мин. Одновременно повышающимся давлением в магистральной камере (МК) 5 диафрагма 6 прогибается вправо, перемещая плунжер 7 внутрь полости 8 режимного переключателя «равнинный-горный». По отверстиям и каналам 9, 10, 11, 12 происходит зарядка золотниковой камеры (ЗК) 13 из магистральной 5.

В главной части (ГЧ) главный поршень (ГП) 14 при зарядке находится в крайнем левом положении и через калиброванное отверстие К2 ($\varnothing = 0,5$ мм) 15 заряжается рабочая камера (РК) 16. На горном режиме переключателя этот путь зарядки РК единственный и обеспечивает повышение давления в ней до 0,46 МПа за 4 мин. На равнинном режиме при давлении в РК 0,20—0,35 МПа диафрагма 17 прогибается вправо и открывается второй путь ее зарядки: из полости 8 режимного переключателя через калиброванное отверстие К3 ($\varnothing = 0,6$ мм) 18 и канал 19, который сокращает указанное выше время роста давления в РК до 3 мин.

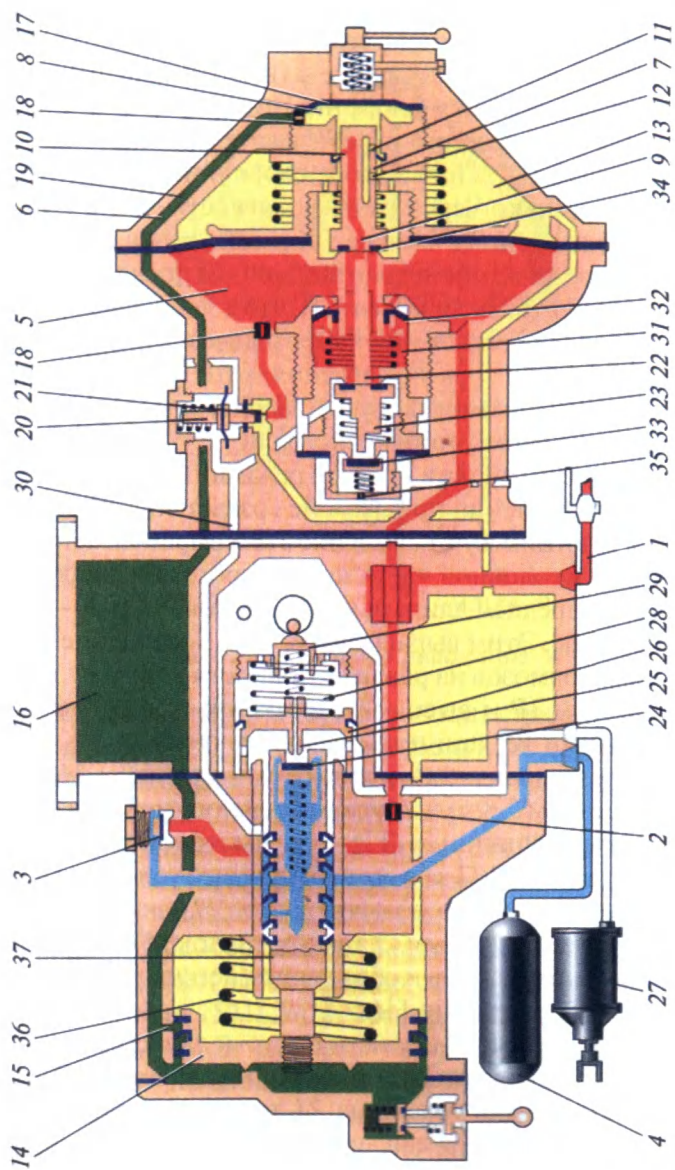


Рис. 245. Зарядка и отпуск

После того как давление в ЗК достигает 0,42—0,48 МПа, открывается клапан мягкости (КМ) 20 и сообщает камеры МК и ЗК через калиброванное отверстие в седле К4 ($\varnothing = 0,9$ мм) 21, ускоряя дозарядку последней. Когда давление во всех камерах ВР достигает поездного уровня (поездное положение) диафрагма 6 переместится в среднее положение до упора через толкатель 22 в клапан дополнительной разрядки 23. После этого сообщение камер МК и ЗК осуществляется только через клапан мягкости.

При отпуске давление в камере РК выше, чем в камере МК и ЗК и на горном режиме происходит дозарядка последних. На равнинном режиме отпуск отличается тем, что в полости 8 режимного переключателя из магистральной камеры через отверстие плунжера 7 создается высокий уровень давления, который не дает рабочей камере разряжаться в золотниковую, а зарядка последней осуществляется только из тормозной магистрали.

В хвостовой части поезда в полости режимного переключателя 8 высокого уровня давления при этом не создается, рабочая камера разряжается в золотниковую и давление в них выравнивается. Таким образом, отпуск в головной части поезда протекает медленнее (за 35—40 с в поезде средней длины), чем в хвостовой (за 20—25 с), но начинается раньше. Этим выравнивается его завершение по длине состава и выход тормозов на режим готовности к новому торможению с дозарядкой ЗР и высокой тормозной эффективностью.

В главной части ВР при повышении давления в ЗК главный поршень 14 перемещается влево, тормозным клапаном 24 открывая седло К5 (диаметром 2,8 мм) 25 уравнительного поршня (УП) 26 и сообщает тормозной цилиндр (ТЦ) 27 с атмосферой. При выпуске воздуха из последнего, УП за счет избыточного усилия со стороны пружин 28 переключателя грузовых режимов 29, также перемещается влево, следуя за тормозным клапаном в штоке ГП, но не закрывая его на равнинном режиме и обеспечивая легкий бесступенчатый отпуск до полной разрядки ТЦ.

На горном режиме при ступени отпуска давление в ТМ, МК и ЗК прекращает повышаться и ГП останавливается. УП, достигая седлом 25 тормозного клапана 24, прерывает разрядку ТЦ в атмосферу и в нем остается давление, соответствующее величине недозарядки тормозной магистрали. Поездное положение МЧ показано на рис. 246.

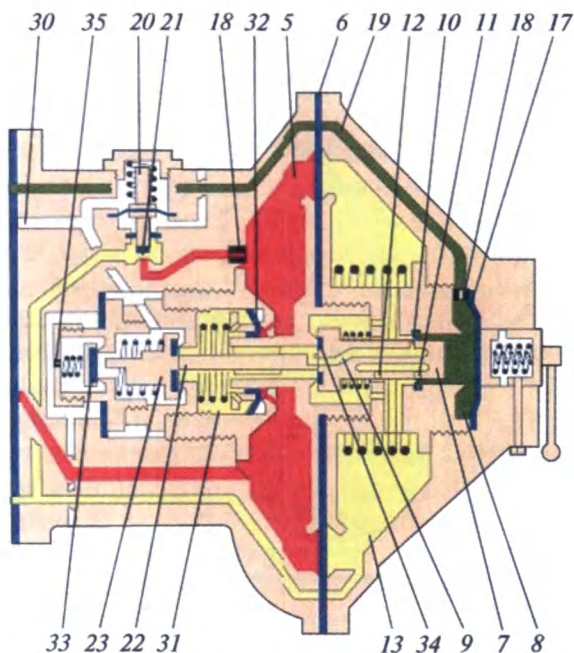


Рис. 246. Поездное положение МЧ

При разрядке (рис. 247) тормозной магистрали (ТМ) 1 и магистральной камеры (МК) 5 темпом мягкости (до 0,03 МПа/мин) воздух успеваеет перетекать из золотниковой (ЗК) 13 и рабочей (РК) 16 камер в МК через клапан мягкости (КМ) 20 ($\varnothing = 0,9$ мм) без смещения подвижных узлов воздухораспределителя (ВР). Повышение темпа разрядки вплоть до 0,1 МПа/мин вызывает смещение диафрагмы влево и приоткрывание толкателем 22 клапана дополнительной разрядки 23, через который ЗК сообщается с каналом дополнительной разрядки (КДР) 30, связанным через главную часть (ГЧ) ВР и седло 25 уравнительного поршня (УП) 26 с атмосферой (Ат) и пустым тормозным цилиндром (ТЦ) 27. Этим обеспечиваются повышенные свойства мягкости магистральной части (МЧ) прибора.

Когда темп разрядки тормозной магистрали превысит 0,1 МПа/мин, перепад давлений между магистральной камерой 5 и полосью 31 перед клапаном дополнительной разрядки 23, действующий на клапанную часть манжеты 32, открывает ее и происходит пе-

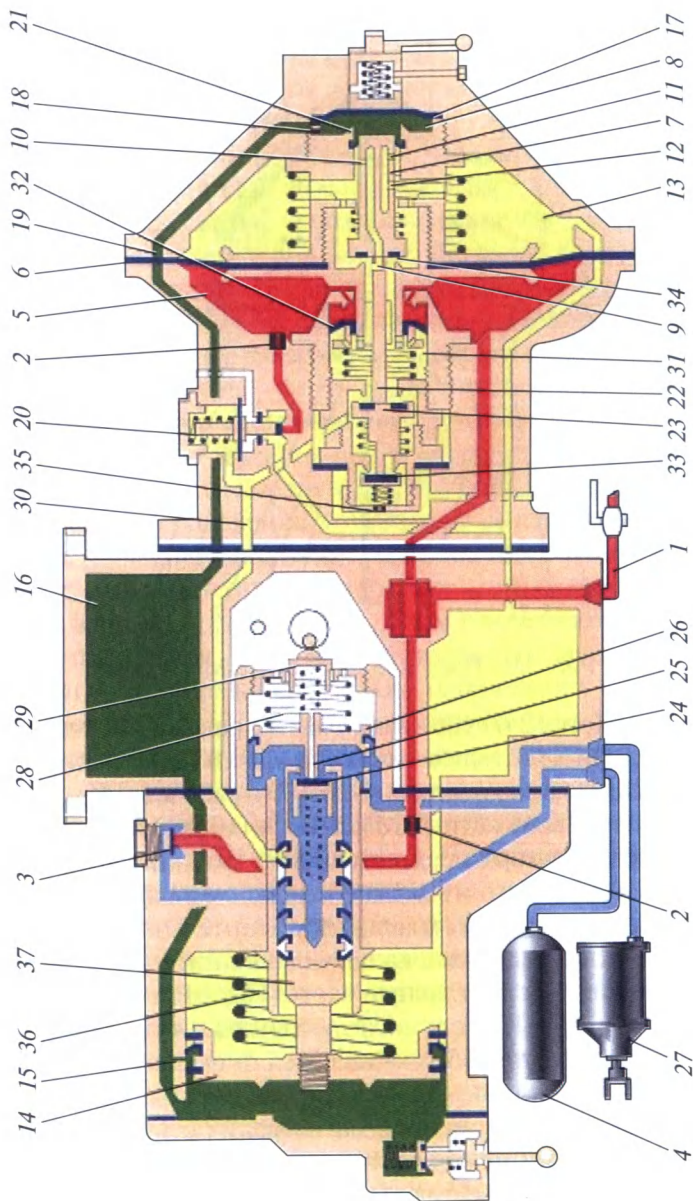


Рис. 247. Зарядка и торможение

реход ВР от режима мягкости к дополнительной разрядке ТМ и далее к торможению. При этом ТМ и МК сообщаются через КДР с атмосферой, поддерживая высокую скорость тормозной волны, диафрагма 6, прогибаясь далее влево, последовательно полностью открывает клапаны 23, 33, а затем клапан 34 плунжера 7 и появляется еще один путь разрядки камер МК и ЗК в атмосферу через калиброванное отверстие 35К8 ($\varnothing = 0,9$ мм) в колпачке.

В главной части после снижения давления в ЗК на 0,015 МПа главный поршень (ГП) 14, преодолевая усилие пружины 36 начинает перемещаться вправо и манжетой закрывает связь ЗК и РК через отверстие 15. При падении давления в ЗК на 0,05 МПа ГП крайней правой манжетой штока 37, перекрывает КДР и дополнительная разрядка ТМ прекращается. Давление в КДР возрастает, что вызывает закрытие клапана мягкости 20 и клапанной части манжеты 32. Дальнейшее снижение давления в ЗК происходит только через отверстие 35 в колпачке, что обеспечивает одинаковый темп разрядки ЗК всех ВР в поезде.

Главный поршень, перемещаясь далее тормозным клапаном 24 в штоке 37, закрывает седло 25 УП, а затем, открывая этот клапан, сообщает запасный резервуар (ЗР) 4 с тормозным цилиндром (ТЦ) 27. За счет предварительного сжатия пружин 28 переключателя грузовых режимов 29 УП в начальный период торможения стоит на месте, чем создается скачок давления в ТЦ, необходимый для преодоления сил трения в рычажной передаче, прижатия тормозных колодок к колесам и четкого перехода к торможению. Затем повышающимся давлением в ТЦ уравнивающий поршень начинает перемещаться вправо, сжимая режимные пружины и двигаясь одновременно с главным поршнем.

Третьей от главного поршня манжетой на штоке процесс наполнения ТЦ от ЗР разделяется на два: сначала через четыре отверстия диаметром по 3 мм каждое, а затем через одно диаметром 1,7 мм. Этим обеспечивается выравнивание темпов наполнения ТЦ по длине поезда. В хвостовой части длинносоставного поезда, там, где темп разрядки ТМ становится меньше темпа разрядки ЗК, диафрагма 6 из крайнего левого положения начинает смещаться вправо, уменьшая проходное сечение между клапаном 34 плунжера и седлом. За счет этого в полости 31 давление снижается быстрее, чем в МК и срабатывает клапанная часть манжеты 32, ускоряя разрядку ТМ в

атмосферу через отверстие К8 в колпачке и перемещая диафрагму 6 опять в крайнее левое положение.

При этом темп разрядки ЗК восстанавливается, перепад давления, действующий на клапанную часть манжеты снижается, и она закрывается. Этот процесс в воздухораспределителях хвостовой части поезда периодически повторяется, поддерживая минимальный темп разрядки ТМ, и выравнивается время наполнения ТЦ всех вагонов, которое при полном служебном торможении до 90 % максимального давления составляет 18—22 с.

При перекрыше (рис. 248, 249) давление в ТМ и МК прекращает падать, продолжающаяся разрядка ЗК приводит к перемещению диафрагмы 6 вправо и последовательному закрытию клапанов 34 и 33. Клапан 23 при плотном канале дополнительной разрядки остается открытым. Если через КДР происходит «дутье», то давление в ЗК еще понижается, диафрагма 6 сместится дальше вправо, и клапан 23 закроется, прекратив влияние неисправного воздухораспределителя на соседние приборы, которые в таких случаях могут переходить в режим отпуска.

Устойчивость положения перекрыши к медленному повышению давления в ТМ на равнинном режиме обеспечивается за счет сообщения РК и ЗК через нижнее отверстие плунжера 7, повышения

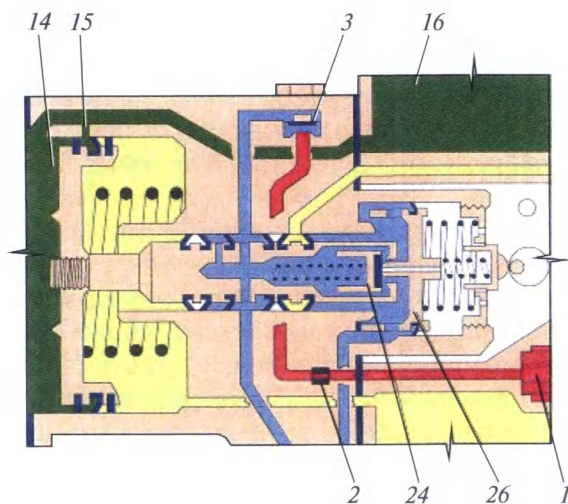


Рис. 248. Перекрыша главной части

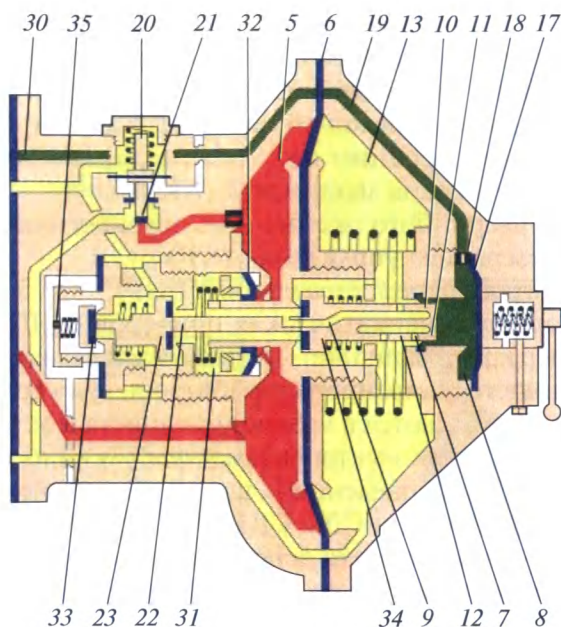


Рис. 249. Перекрыша магистральной части

давления в последней при этом и возврата диафрагмы 6 в среднее положение перекрыши.

В главной части ВР при переходе от торможения к перекрыши главный поршень останавливается, а уравнительный, за счет продолжающегося роста давления в ТЦ, перемещаясь вправо, закрывает тормозной клапан 24 в штоке и прекращает наполнение ТЦ. Снижение давления в последнем из-за возможной неплотности приводит к перемещению УП влево, открытию тормозного клапана 24 и пополнению утечки в ТЦ из ЗР, который заряжается из ТМ через обратный клапан 3. Этим обеспечивается свойство прямодействия тормозов грузовых поездов.

8.4. Кран машиниста с дистанционным управлением № 130

8.4.1. Назначение и конструкция

Кран машиниста с дистанционным управлением № 130 предназначен для управления как пневматическими, так и электропневматическими тормозами грузовых и пассажирских поездов. В кране

предусмотрена возможность управления, как вручную, так и дистанционно в системах безопасности и автоведения САУТ, САВП, КЛУБ, ТСКБМ и с непрерывной диагностикой тормозного оборудования в рамках комплексной системы диагностики поезда.

Кран машиниста состоит из:

- контроллера крана машиниста (ККМ);
- клапана аварийного экстренного торможения (КАЭТ);
- крана резервного управления (КРУ);
- выключателя цепей управления (ВЦУ);
- блока электропневматических приборов (БЭПП).

Контроллер крана машиниста, выключатель цепей управления, клапан аварийного экстренного торможения, кран резервного управления устанавливаются в кабине машиниста и встраиваются в пульт управления. Блок электропневматических приборов устанавливается в машинном отделении — там же устанавливаются сигнализаторы давления СД1 и СД2: СД1 — на тормозной магистрали (ТМ) и СД2 — на магистрали вспомогательного тормоза (МВТ).

Основными условиями эксплуатации являются:

климатическое исполнение У2, Т2 по ГОСТ 15150;

давление сжатого воздуха в питательной магистрали 0,7—1,0 МПа (7,0—10,0 кгс/см²);

род тока — постоянный;

режим работы — продолжительный;

класс изоляции катушек «F» ГОСТ 8865;

степень защиты электропневматических вентилях — JP 22 по ГОСТ 14254;

механические факторы воздействия внешней среды по группе М25 ГОСТ 17516.1.

Особые условия: интервал рабочих температур окружающего воздуха, не нарушающий работоспособность изделия, от +60 до –40 °С.

Контроллер крана машиниста (рис. 250) секторного типа предназначен для управления тормозами поезда. Электрические сигналы от контроллера передаются на электронный блок, расположенный на блоке электропневматических приборов.

Рукоятка контроллера имеет 7 положений:

I — сверхзарядка (с самовозвратом);

II — поездное (без «пики»);

III — перекрыша без питания;

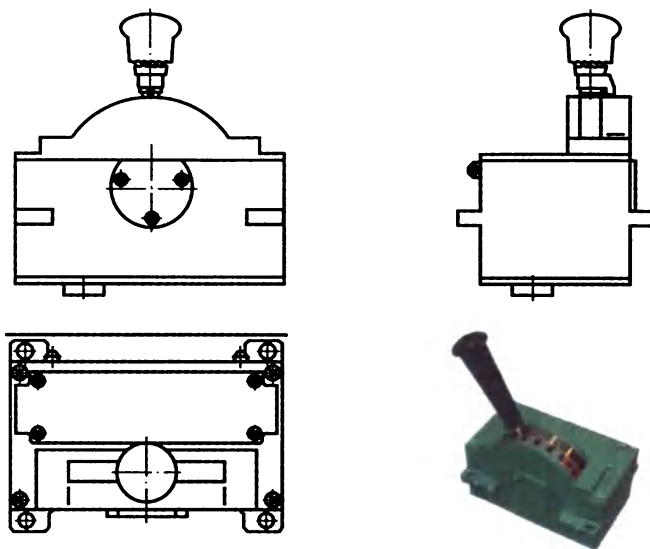


Рис. 250. Контроллер крана машиниста

- IV — перекрыша с питанием;
- VA — замедленное торможение;
- V — служебное торможение;
- VI — экстренное торможение.

Шесть положений рукоятки контроллера фиксированные, первое положение не фиксированное (сверхзарядка) с самовозвратом в поездное положение.

Выключатель цепей управления крана машиниста (рис. 251) предназначен для включения и отключения устройства блокировки тормозов, установленного в блоке электропневматических приборов. Выключатель состоит из корпуса 1 с пакетным выключателем 2, поршня 3 и съемного ключа 4, имеющего три фиксированных положения (включено, выключено и смена кабин). Первое положение (включено) осуществляется поворотом ключа до упора по часовой стрелке, второе положение (выключено) — поворотом ключа из первого положение на 90° против часовой стрелки и третье положение (смена кабин) — ключ поворачивается еще на 90° против часовой стрелки и вынимается из гнезда. В первых двух положениях ключ блокируется. Ключ у машиниста должен быть один на две

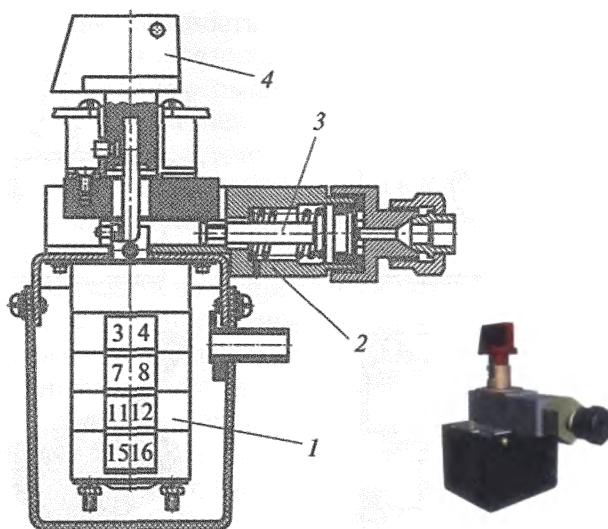


Рис. 251. Выключатель цепей управления крана машиниста

кабины для исключения возможности управления из недействующей кабины.

Клапан аварийного экстренного торможения (рис. 252) предназначен для осуществления экстренного торможения при отказе контроллера или невозможности воспользоваться им. Клапан состоит из корпуса 1 с клапаном 2, сообщающим тормозную магистраль с атмосферой при нажатии на кнопку 3, встраиваемую в корпус 1. Проходное сечение клапана соответствует отверстию диаметром 25 мм. Одновременно при нажатии на кнопку происходит переключение контактов микровыключателя 4, установленного на корпусе клапана аварийного экстренного торможения, что вызывает включение песочницы, обесточивание контроллера 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 машиниста.

Кран резервного управления (рис. 253), является аварийным краном и предназначен для управления тормозами при отказе контроллера. Рукоятка крана резервного управления имеет три положения:

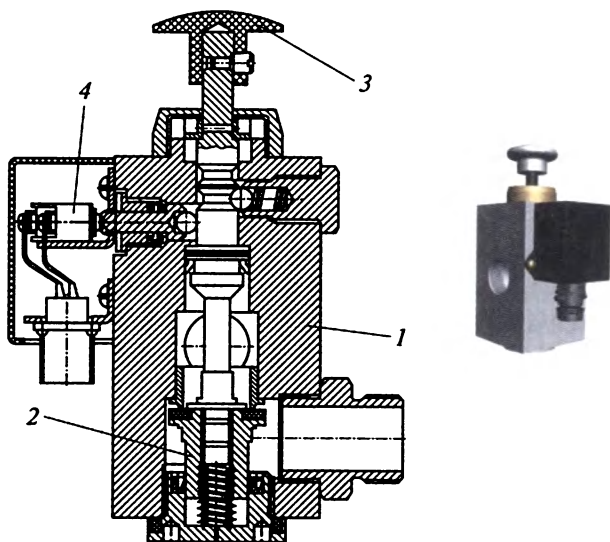


Рис. 252. Клапан аварийного экстренного торможения

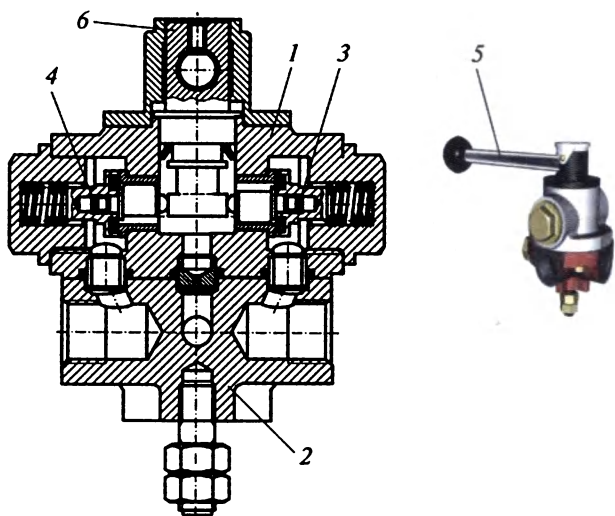


Рис. 253. Кран резервного управления

отпуск, перекрыша, тормоз. Кран резервного управления состоит из корпуса 1 с двумя клапанами 3 и 4, рукоятки с фиксированными положениями 5 и кронштейна 2. Рукоятка крана неподвижно соединена с кулачком 6. К кронштейну крана подводятся трубы от блока электропневматических приборов. Кран резервного управления монтируется в пульте таким образом, чтобы рукоятка перемещалась в вертикальной плоскости и при этом тормозное положение находилось внизу. При работе контроллером рукоятка крана резервного управления должна находиться в тормозном положении. Рекомендуется пломбировать рукоятку в этом положении, так как перемещение рукоятки во время действия контроллера может вызвать несанкционированное торможение.

Блок электропневматических приборов (БЭП) (рис. 254) является исполнительной частью крана машиниста. Блок представляет собой панель с размещенными на ней пневматическими и электропневматическими приборами. Панель имеет две плиты, соединенные неподвижно. Внутри на одной из плит имеются каналы для прохода сжатого воздуха. На панели установлены: клапан питательный 1,

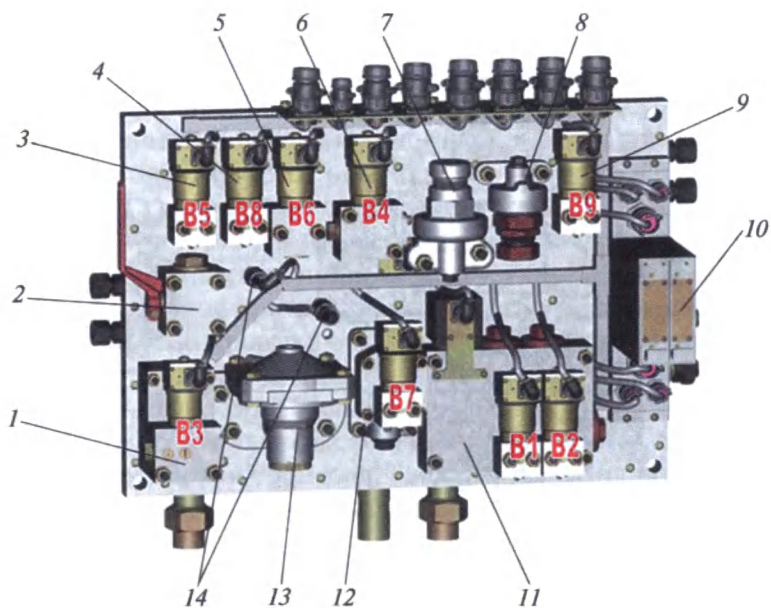


Рис. 254. Блок электропневматических приборов

кран переключения режимов 2, электропневматические вентили 3, 4, 5, 6, 9, редуктор 7, стабилизатор 8, электронный блок 10, устройство блокировки тормозов (УБТ) 11, реле давления 12, срывной клапан 13 и датчики давления 14.

Для осуществления внешних электрических связей на панели устанавливаются штепсельные разъемы. Все провода, обеспечивающие внутренние связи между штепсельными разъемами, электронным блоком, датчиками давления и электропневматическими вентилями, соединены в жгуты и уложены в кабель-каналы. Электрические сигналы передаются с контроллера в электронный блок и далее на электропневматические вентили. Каждому положению контроллера соответствует определенное состояние электропневматических вентилях. Для осуществления всех положений контроллера и выключателя цепей управления на блоке электропневматических приборов имеется девять электропневматических вентилях. Часть из них устанавливается на пневматические приборы, остальные устанавливаются на плите. Назначение электропневматических вентилях следующее:

В1 и В2 — для управления устройством блокировки тормозов и устанавливаются на корпусе УБТ;

В3 — для включения клапана питательного и устанавливается на его корпусе;

В4 — для обеспечения питания сжатым воздухом управляющей полости реле давления и уравнительного резервуара, устанавливается на плите;

В5 — для разрядки УР в атмосферу темпом служебного торможения, устанавливается на плите;

В6 — для сообщения УР и ТМ через обратный клапан и устанавливается на плите;

В7 — для включения клапана срывного при экстренном торможении и устанавливается на его крышке;

В8 — для разрядки УР замедленным темпом, устанавливается на плите;

В9 — для разблокирования ключа ВЦУ при наличии давления в канале МВТ, устанавливается на плите.

Электропневматические вентили (рис. 255) различаются по конструктивному исполнению. Вентиль, изображенный на рис. 255, а, служит для торможения, замедленного торможения, смены кабины управления, управления блокировкой; вентиль, изображенный на

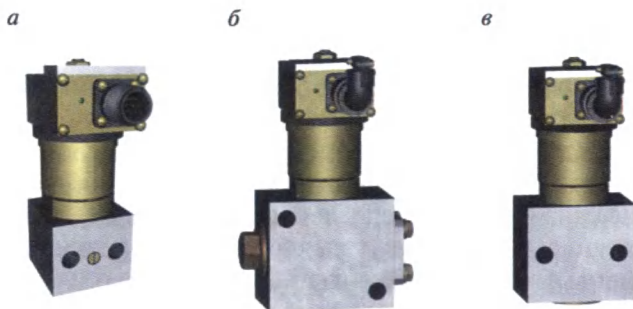


Рис. 255. Вентили блока электропневматических приборов

рис. 255, б, служит для выполнения зарядки и сверхзарядки; вентиль, изображенный на рис. 255, в, служит для выполнения перекрыши без питания.

Устройство блокировки тормозов (УБТ) (рис. 256) предназначено для исключения возможности управления из недействующей кабины. Управляется устройство с пульта кабины машиниста путем

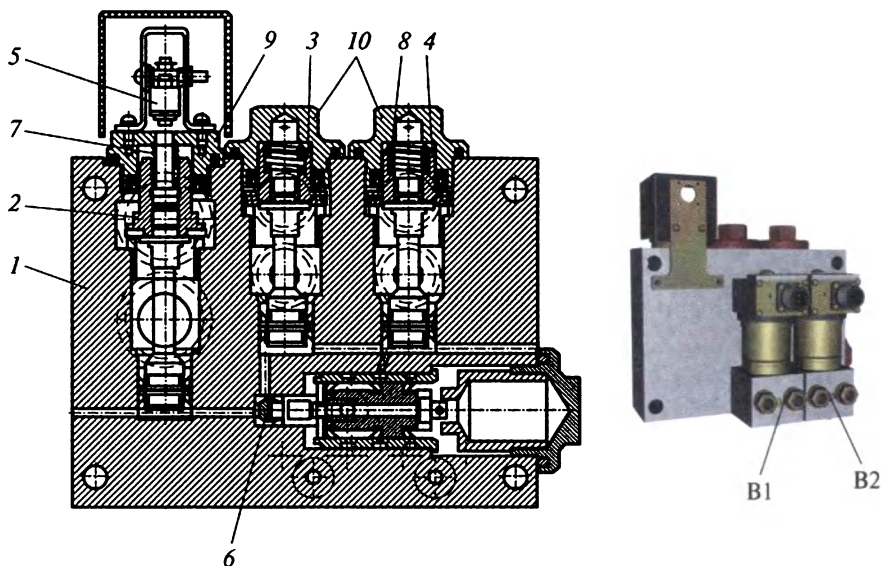


Рис. 256. Устройство блокировки тормозов

поворота ключа ВЦУ, воздействующего на вентили В1 и В2, установленные на корпусе 1 УБТ. В корпусе 1 устройства блокировки имеются 3 клапана, осуществляющие связь между тормозной магистралью и реле давления крана машиниста — клапан 2, между питательной магистралью и редуктором крана машиниста-клапан 3 и между краном вспомогательного тормоза локомотива и магистралью вспомогательного тормоза — клапан 4. Кран вспомогательного тормоза является отдельным устройством для управления тормозами локомотива и не является составной частью крана машиниста. На клапане 2 устанавливается микровыключатель 5. Клапаны 2, 3, 4 прижимаются к седлам пружинами 7 и 8. В корпусе имеется также распределительный поршень 6 управляемый сжатым воздухом поступающим от электропневматических вентилях В1 и В2.

Редуктор (РЕД) (рис. 257) предназначен для поддержания заданного давления в уравнительном резервуаре. На панели установлен редуктор аналогичный редуктору крана машиниста № 395. Редуктор состоит из корпуса 1 с питательным клапаном 2 и мембраны 3. Давление сжатого воздуха регулируется путем вращения упорки 4, воздействующей на пружину 5. На входе в редуктор устанавливается фильтр.

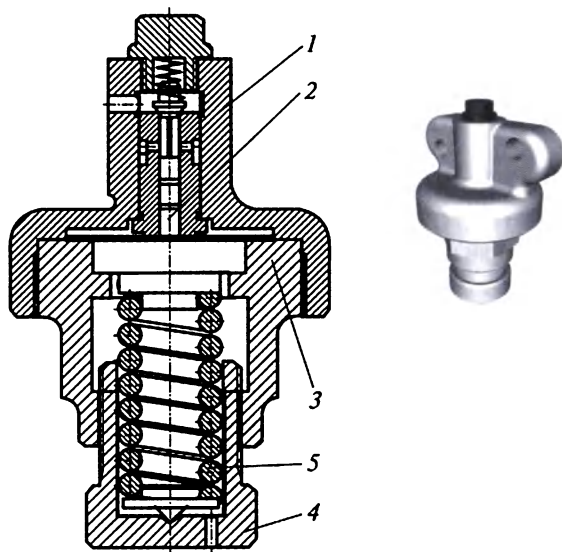


Рис. 257. Редуктор

Стабилизатор (СТ) (рис. 258 аналогичен стабилизатору крана машиниста № 395. Стабилизатор предназначен для перехода с повышенного на нормальное зарядное давление, не вызывая срабатывания тормозов. Стабилизатор состоит из корпуса 1 с клапаном 2 и мембраны 3. Полость над мембраной сообщена с атмосферой дроссельным отверстием. Время истечения воздуха через дроссельное отверстие регулируется пружиной 4 путем вращения упорки 5.

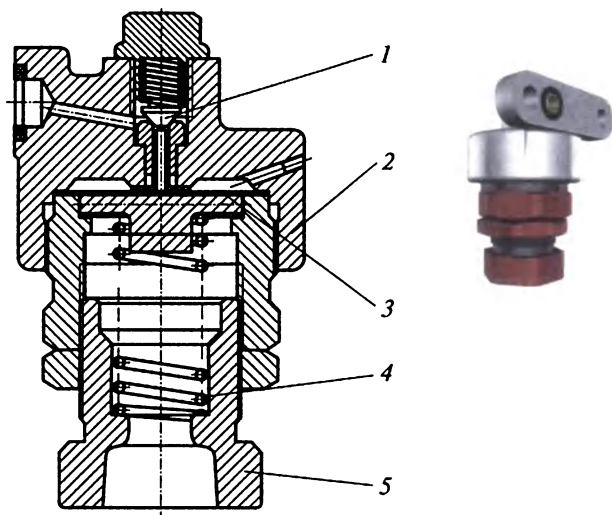


Рис. 258. Стабилизатор

Реле давления (РД) (рис. 259) предназначено для изменения давления сжатого воздуха в тормозной магистрали. Реле давления состоит из корпуса 1 с крышкой 2. Внутри корпуса размещены: два питательных клапана 3 и 4, узел диафрагмы 5 с атмосферным клапаном 6, пружина 7 и заглушка 8. На входе в реле устанавливается фильтр. Питательный клапан 4 с проходным сечением соответствующим отверстию диаметром 25 мм, предназначен для зарядки и отпуска тормозной магистрали. Клапан 3 с проходным сечением, соответствующим отверстию диаметром 8 мм, предназначен для поддержания давления в ТМ при утечках из нее.

Клапан срывной (КС) (рис. 260) предназначен для быстрой разрядки тормозной магистрали в положении экстренного торможения.

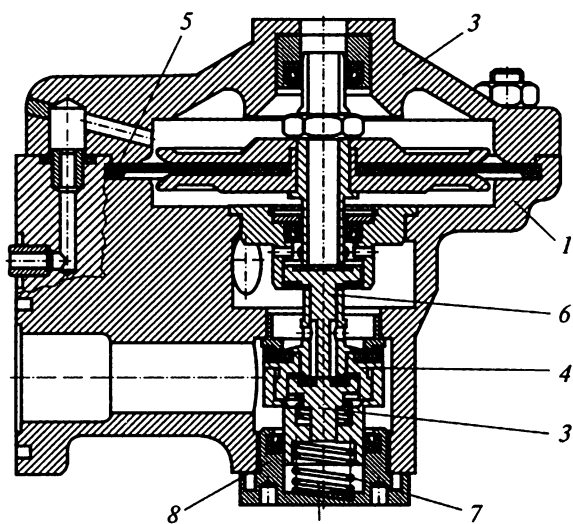


Рис. 259. Реле давления

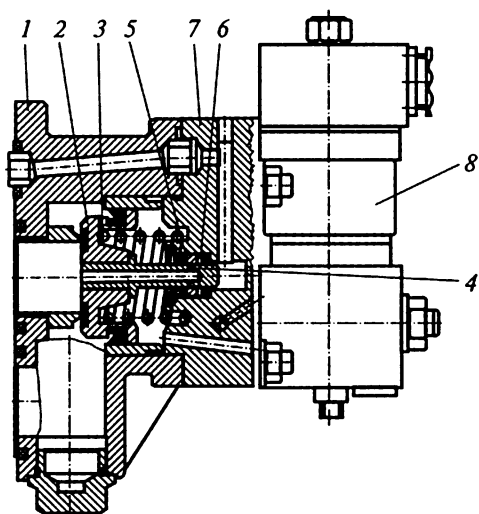


Рис. 260. Клапан срывной

Клапан состоит из корпуса 1, крышки 7 и электропневматического вентиля 8, установленного на крышке клапана. В корпусе размещен подпружиненный поршень 2. Полости над и под поршнем

соединены дроссельным отверстием 3 диаметром 0,8 мм. В штоке поршня имеются отверстия 4, которые размещаются между манжетами 5 и 6, установленными в крышке клапана 7. Эти отверстия соединяют управляющую полость реле давления с атмосферой при перемещении поршня.

Клапан питательный (КП) (рис. 261) предназначен для питания реле давления большим проходным сечением. Клапан состоит из корпуса 1 с клапаном 2, который прижимается пружиной 3 к седлу 4. Клапан 2 открывается под действием сжатого воздуха на манжеты 6, установленные на штоке клапана 7. На корпусе 1 устанавливается электропневматический вентиль. Электропневматический вентиль состоит из корпуса 8 с электромагнитом 9. В корпусе 8 размещаются также управляющий поршень 11 и подпружиненный клапан 10.

Кран переключения режимов (КПР) (рис. 262) представляет собой трехходовой шаровой кран и предназначен для отключения электропневматических вентилях при переходе на резервное управление. Рукоятка переключателя 1 имеет два положения: дистанционное управление и резервное управление. При работе контроллером рукоятка устанавливается перпендикулярно к плоскости плиты, при управлении резервным краном рукоятка устанавливается вдоль плиты. Для правильной установки рукоятки КПР на панели имеется соответствующая маркировка.

Блок управления крана машиниста (рис. 263) состоит из корпуса, в который со стороны лицевой панели вставляются по направляющим модуль дешифратора и модуль процессора. Модуль имеет разъемы, ответные части которых впаяны в кросс-плату. Корпус закрывается днищем и герметизируется. Модуль дешифратора принимает с линии связи сигнал соответствующий номеру позиции контроллера, преобразует его в сигналы управления электропневматическими вентилями по определенному алгоритму, управляет ЭПТ и воспринимает сигналы САУТа. Модуль процессора осуществляет по CAN-интерфейсу связь с верхним модулем, через модуль дешифратора может осуществлять автоведение, формирует команды управления предпоездной проверки локомотива, осуществляет комплексную диагностику тормозной системы.

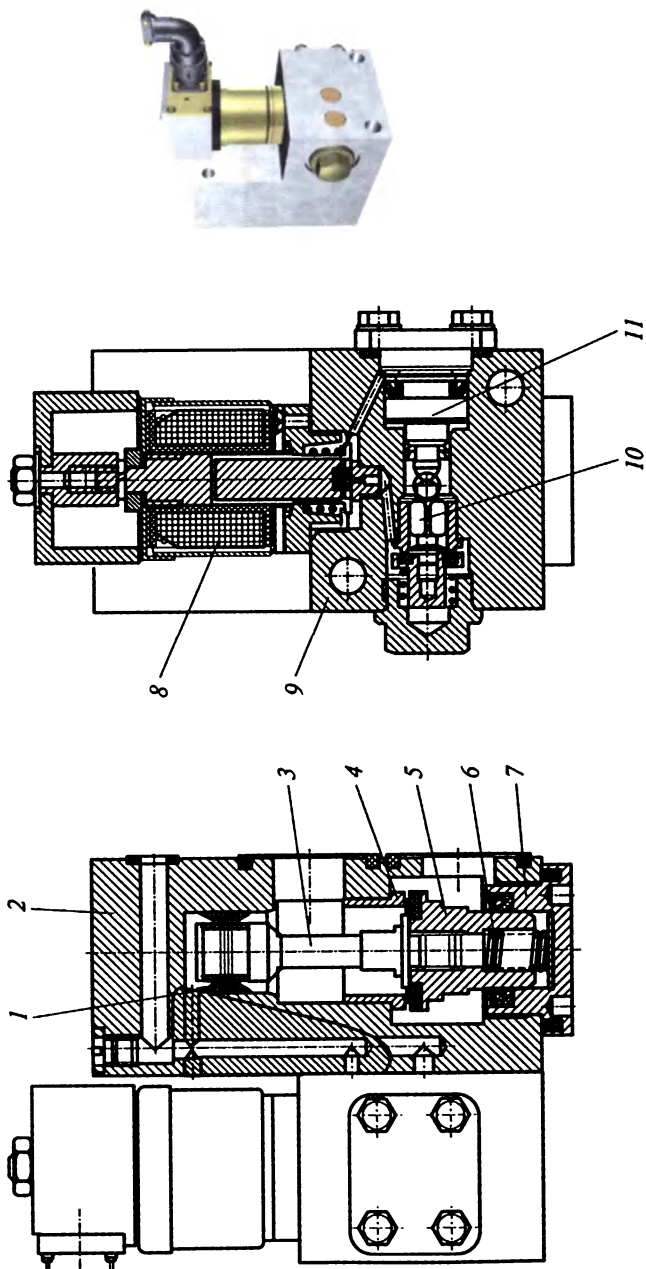


Рис. 261. Клапан питательный

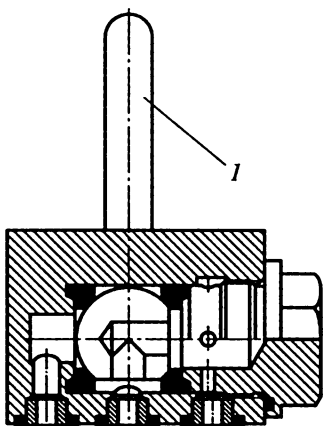


Рис. 262. Кран переключения режимов



Рис. 263. Блок управления краном машиниста

8.4.2. Работа крана машиниста № 130

Подготовка к работе. Включение крана машиниста производится с пульта управления постановкой ключа ВЦУ в I положение (рис. 264). Подается напряжение на вентиль В1. Сжатый воздух из питательной магистрали через электропневматический вентиль попадает в полость А распределительного поршня и перемещая его, сообщает питательную магистраль с полостями над клапанами УБТ (рис. 265). Под действием сжатого воздуха клапана открываются и сообщают тормозную магистраль ТМ с реле давления РД, питательную магистраль ПМ с редуктором РЕД и кран вспомогательного тормоза КВТ с магистралью вспомогательного тормоза МВТ. Перемещаясь клапан на тормозной магистрали УБТ переключает контакты микровыключателя и снимает напряжение с вентиль В1. Кран подготовлен к работе.

Работа вентиля в зависимости от положения ключа ВЦУ следующая.

Работа крана в I положении (зарядка и отпуск). В I положении рукоятки контроллера (рис. 266) напряжение подается на электропневматические вентили В3, В4, В5. Сжатый воздух из питательной магистрали ПМ через устройство блокировки тормозов УБТ по каналу В поступает к редуктору РЕД и далее через открытый клапан вентиль В4, по каналу Д в управляющую полость реле давления РД.

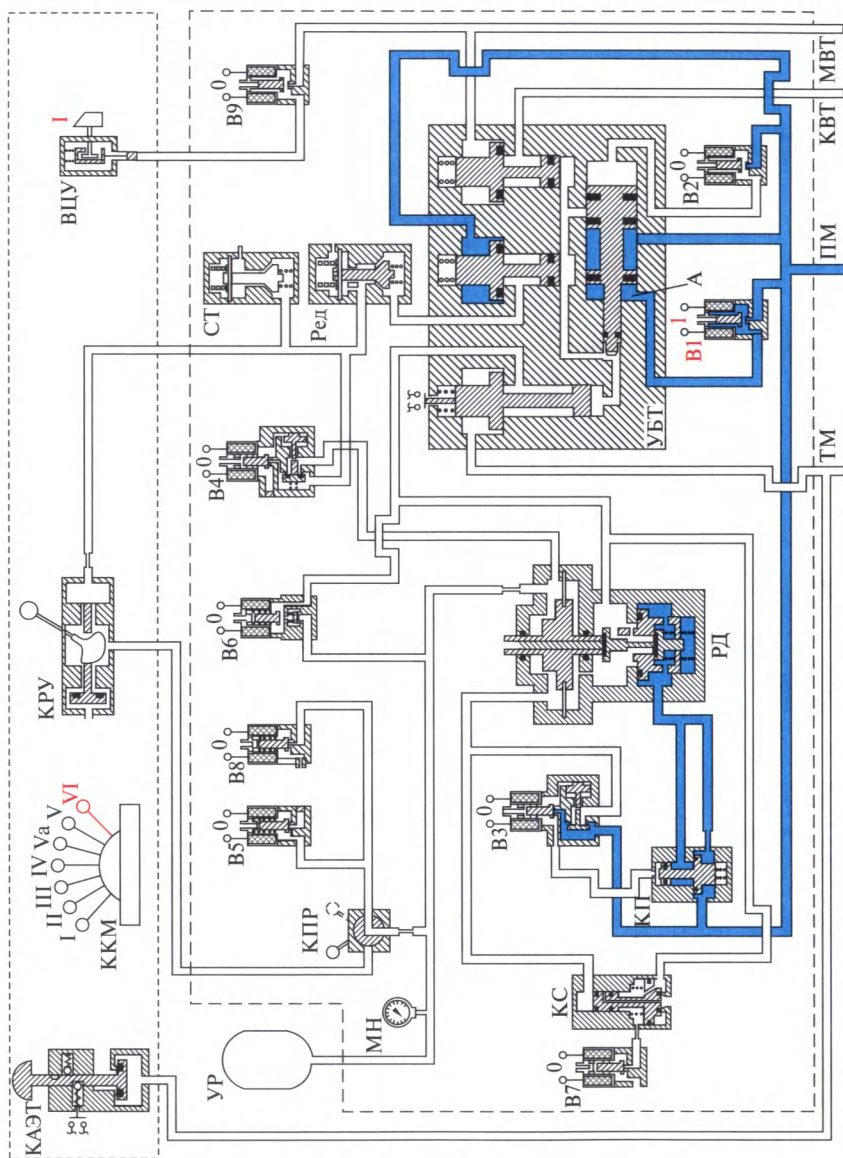


Рис. 264. Состояние пневматического оборудования при подготовке к работе крана машиниста

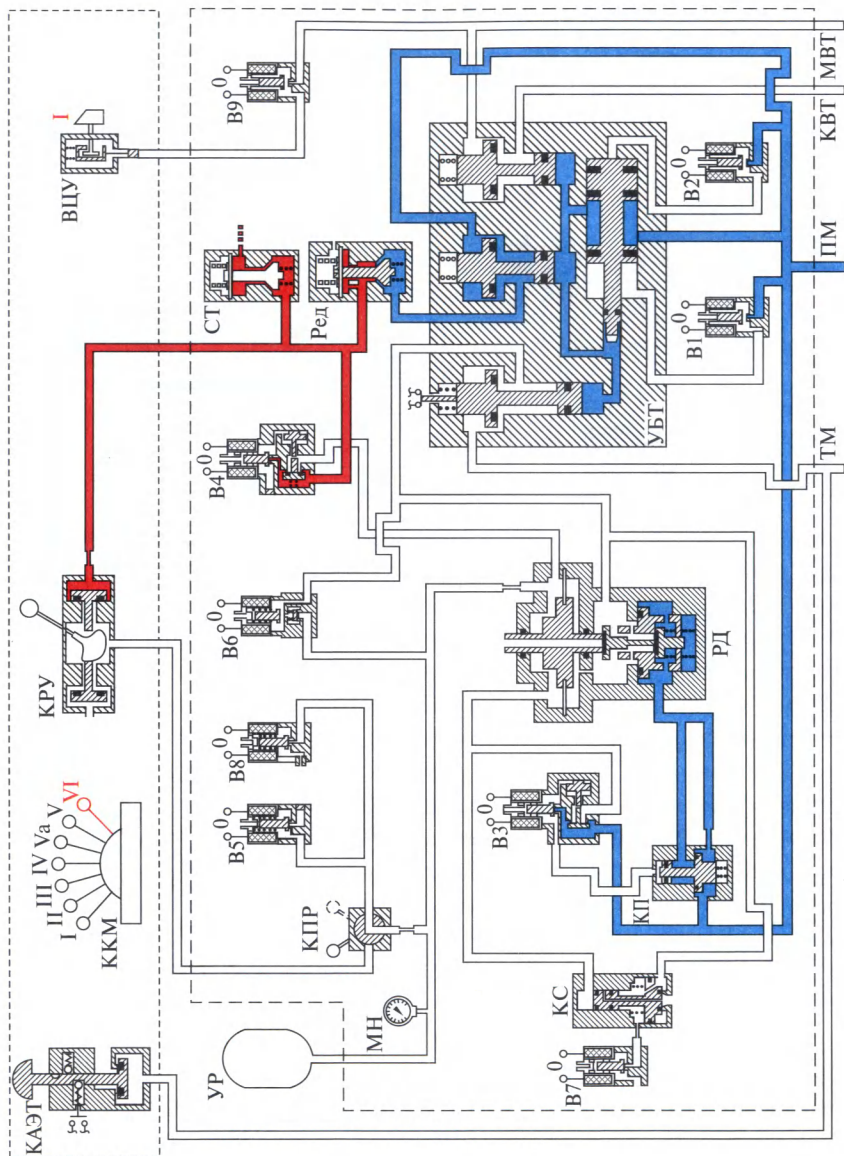
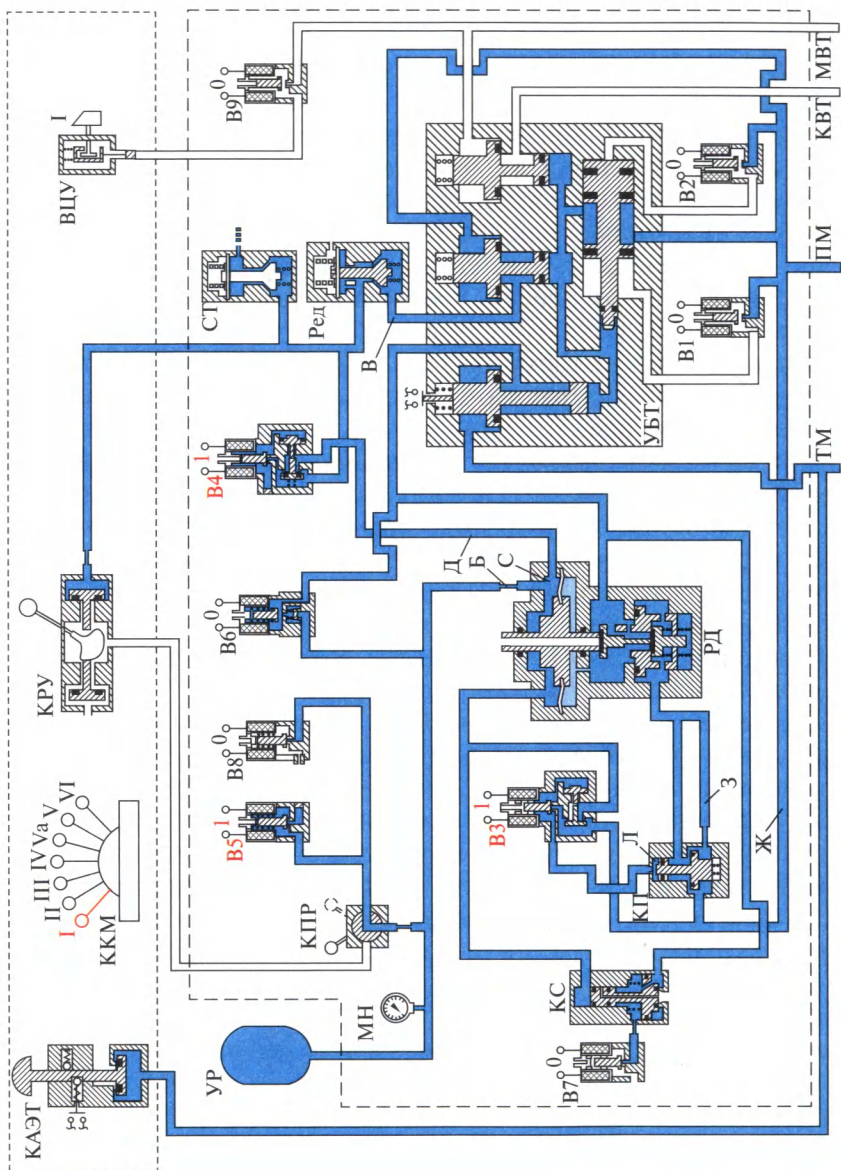


Рис. 265. Работа пневматического оборудования при нахождении ключа ВЦУ в I положении



Управляющая полость реле давления С через отверстие Б диаметром 1,8 мм сообщена с уравнительным резервуаром УР.

Одновременно из питательной магистрали сжатый воздух поступает к питательному клапану КП по каналу Ж и реле давления РД по каналу З. При подаче напряжения на ВЗ сжатый воздух из ПМ поступает в полость Л к манжетам на штоке питательного клапана и открывает его, сообщая ПМ с реле давления проходным сечением соответствующим отверстию диаметром 25 мм. Одновременно сжатый воздух поступает в полость С реле давления. В реле давления под действием сжатого воздуха ПМ прогибается диафрагма, открывая питательный клапан, сообщающий большим сечением питательную магистраль ПМ с тормозной магистралью ТМ через устройство блокировки тормозов УБТ. Ручку контроллера в I положении необходимо выдерживать по показанию манометра в уравнительном резервуаре.

Работа крана во II положении (поездном). Во II положении рукоятки контроллера (рис. 267) подается напряжение на вентили В4 и В5. Возможны три случая работы крана машиниста во II положении: поддержание в магистрали поездного давления, на которое отрегулирован редуктор, автоматическая ликвидация сверхзарядки магистрали при перемещении рукоятки контроллера из I положения во II положение и отпуск II положением рукоятки контроллера без постановки в I.

Поддержание в магистрали поездного давления. Под действием пружины редуктора диафрагма прогибается вниз и открывает питательный клапан. Воздух из питательной магистрали через открытый клапан устройства блокировки тормозов по каналу В поступает к питательному клапану редуктора и далее через клапан электропневматического вентиля В4 по каналу Д в управляющую полость реле давления С и уравнительный резервуар. Установившееся давление в уравнительном резервуаре, а следовательно, и в магистрали будет автоматически поддерживаться редуктором в пределах его чувствительности около $(0,1 \text{ кгс/см}^2)$.

Автоматическая ликвидация сверхзарядки магистрали. После перевода рукоятки контроллера из I положения во II давление в ТМ и уравнительном резервуаре будет выше зарядного, на которое отрегулирован редуктор РЕД. Переход от завышенного давления до зарядного осуществляется автоматически. Управляющая полость реле давления С связана с полостью над диафрагмой стабилизатора

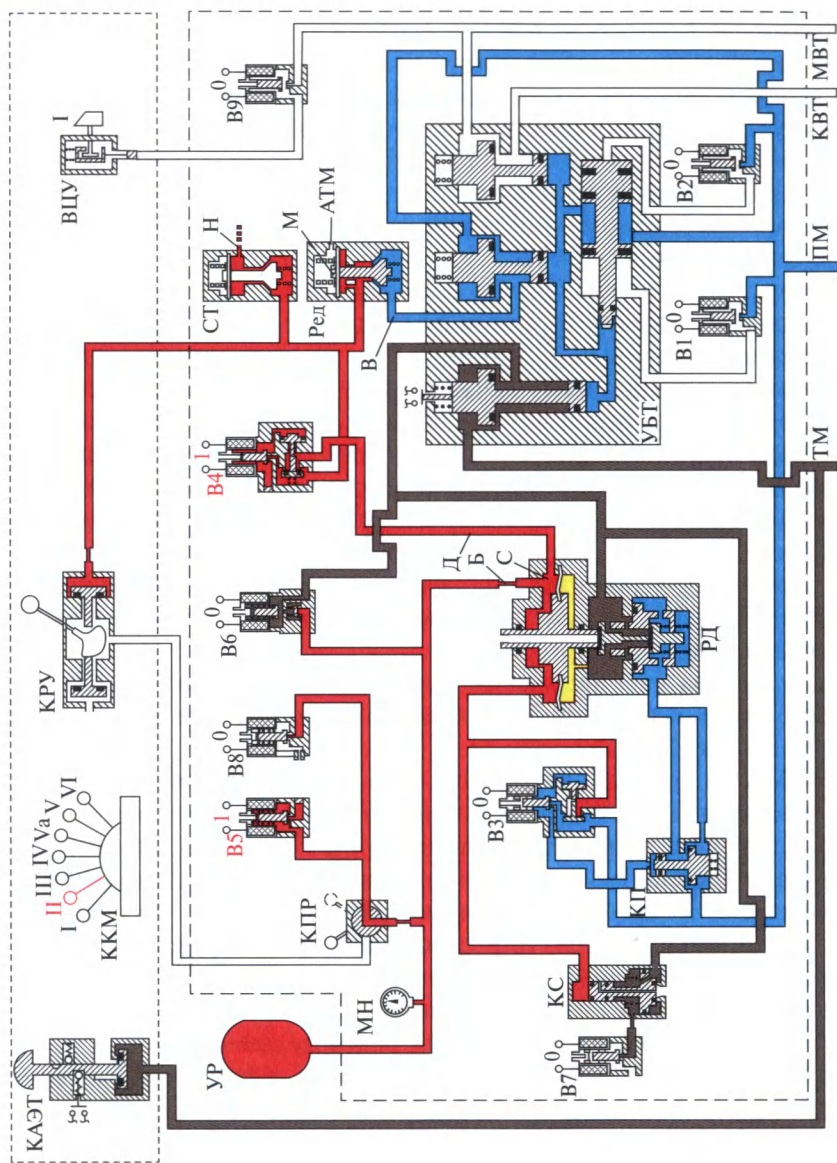


Рис. 267. Работа крана машиниста № 130 при нахождении рукоятки контроллера во II положении (поездном)

СТ и далее дроссельным отверстием Н — с атмосферой. Давление над диафрагмой стабилизатора автоматически поддерживается постоянным, поэтому истечение воздуха из резервуара УР через отверстие Н происходит постоянным темпом независимо от величины сверхзарядного давления. При помощи регулировочной упорки можно установить любой темп понижения давления. Нормальное понижение давления с 0,6 МПа до 0,58 МПа должно происходить за 80—120 с. Стабилизатор постоянно подключен к редуктору, поэтому дутье через дроссельное отверстие стабилизатора сохраняется во всех положениях крана.

Отпуск II положением рукоятки контроллера. Если при отпуске тормозов рукоятку контроллера перевести не в I положение, а во II положение, то управляющая полость реле давления С быстро наполнится из питательной магистрали через питательный клапан редуктора до давления 0,4—0,45 МПа. До этой же величины возрастет давление в ТМ, после этого наполнение ТМ до зарядного давления, т.е. давления отрегулированного редуктором, будет происходить одновременно с наполнением УР. Наполнение уравнительного резервуара происходит медленно из управляющей полости реле давления С через дроссельное отверстие Б. В отличие от крана машиниста № 395 здесь нет завышения давления в тормозной магистрали выше зарядного.

Работа крана в III положении (перекрыша без питания). В III положении рукоятки контроллера (рис. 268) напряжение подается на вентили В5 и В6.

Сообщение клапана редуктора РЕД с управляющей полостью реле давления С и уравнительным резервуаром прекращается. Полость С и уравнительный резервуар через обратный клапан КО и питательный клапан электропневматического вентиля В6 каналом Р сообщается с тормозной магистралью. Обратный клапан препятствует перетеканию воздуха из тормозной магистрали в уравнительный резервуар. В связи с тем, что давление в уравнительном резервуаре всегда выше давления тормозной магистрали на клапан устанавливается пружина, компенсирующая разницу давлений.

Работа крана в IV положении (перекрыша с питанием). В IV положении рукоятки контроллера (рис. 269) напряжение подается на вентиль В5. Диафрагма реле давления РД и малый питательный клапан поддерживают давление в ТМ, равное давлению в полости С и уравнительном резервуаре. При снижении давления в ТМ реле

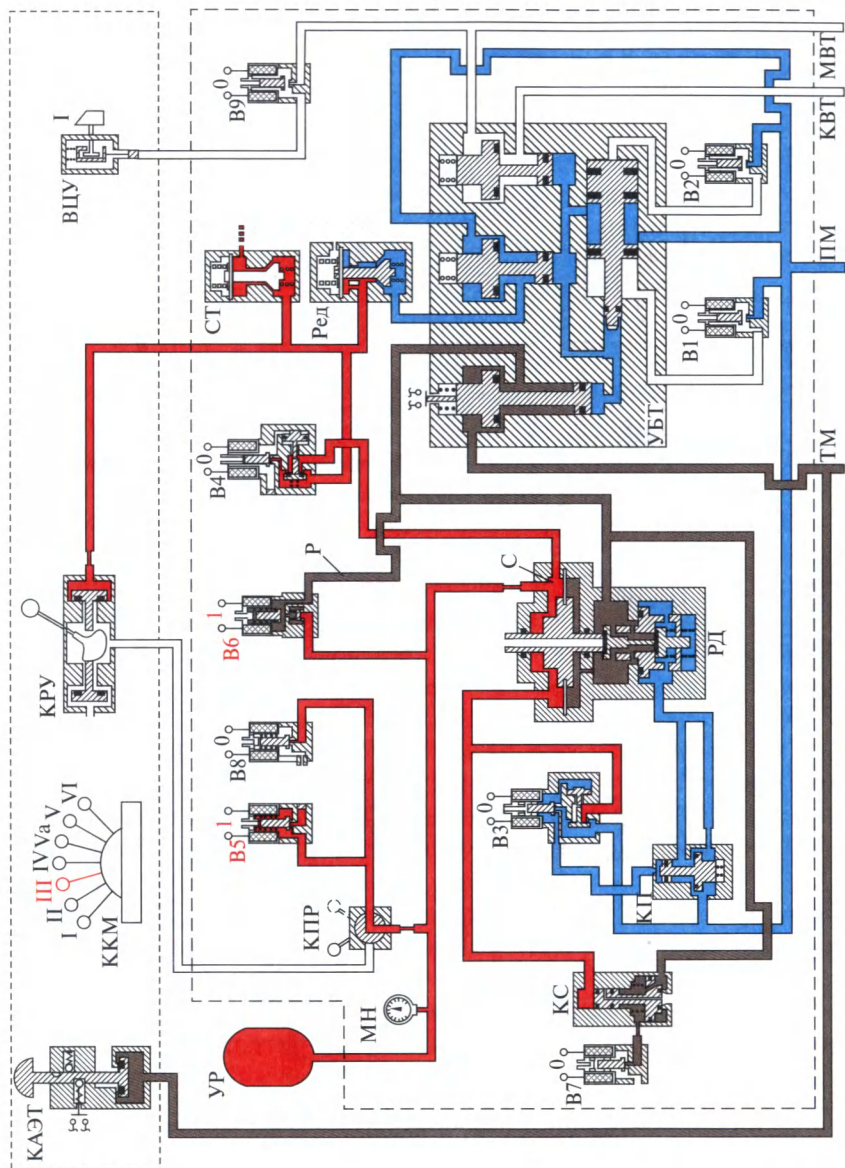
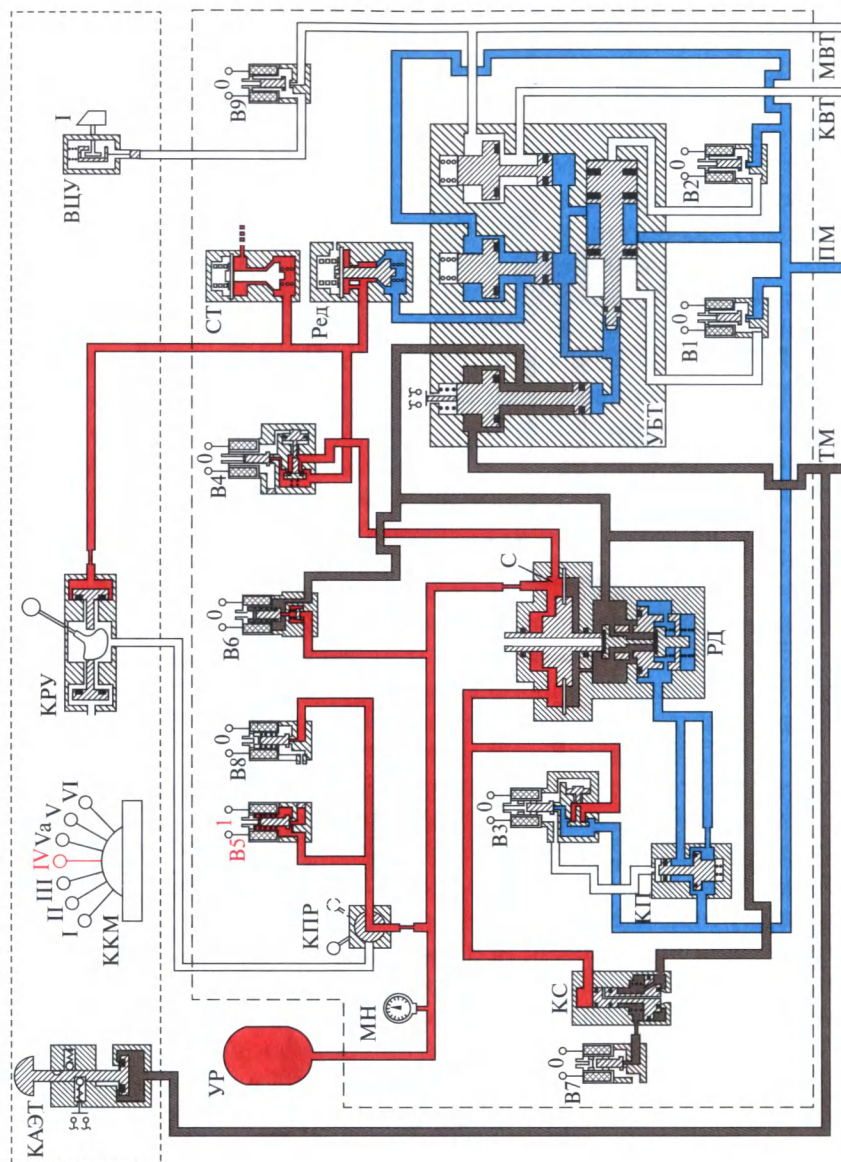


Рис. 268. Работа крана машиниста № 130 при нахождении рукоятки контроллера в III положении (перекрыша без питания)



восстанавливает его до давления в полости С и при избыточном давлении в тормозной магистрали происходит снижение за счет открытия атмосферного клапана реле.

Работа крана в Va положении (замедленное торможение). В этом положении (рис. 270) под напряжением находятся два вентиля В5 и В8. При постановке рукоятки контроллера в Va положение сжатый воздух из полости С реле давления и уравнительного резервуара через открытый клапан вентиля В8 сообщаются с атмосферой через дроссельное отверстие в корпусе вентиля равное 0,8 мм, что обеспечивает снижение давления темпом 0,05 МПа за 15—20 с. Давление в тормозной магистрали снижается тем же темпом. Это положение необходимо при вождении длинносоставных поездов. При торможении такого поезда первоначально дается ступень торможения служебным темпом и затем рукоятка контроллера переводится в Va положение.

Работа крана в V положении (служебное торможение). В этом положении (рис. 271) все вентили обесточены. Сжатый воздух из полости С реле давления и из уравнительного резервуара по каналу Е через КТР и атмосферный клапан вентиля В5 попадает в атмосферу. Темп разрядки уравнительного резервуара определяется проходным сечением атмосферного клапана вентиля В5 и составляет 0,1 МПа за 4—5 с. Под действием избыточного давления в тормозной магистрали диафрагма реле прогибается вверх и сообщает тормозную магистраль через атмосферный клапан реле с атмосферой. После перемещения рукоятки контроллера из V в III или IV положение выпуск воздуха из магистрали в атмосферу будет продолжаться до выравнивания давлений в магистрали и уравнительном резервуаре, после чего диафрагма реле переместится вниз и прекратит сообщение тормозной магистрали с атмосферой.

После ступени торможения допускается повышение давления в уравнительном резервуаре на 0,01 МПа и после полного торможения на 0,03 МПа.

Работа крана в VI положении (экстренное торможение). В этом положении рукоятки контроллера (рис. 272) подается напряжение на вентиль В7. Все остальные вентили обесточены. При подаче напряжения на вентиль В7 полость над срывным поршнем срывного клапана сообщается с атмосферой. Поршень перемещается вверх открывая атмосферный клапан сообщающий тормозную магистраль с атмосферой. Одновременно сжатый воздух из полости С реле и

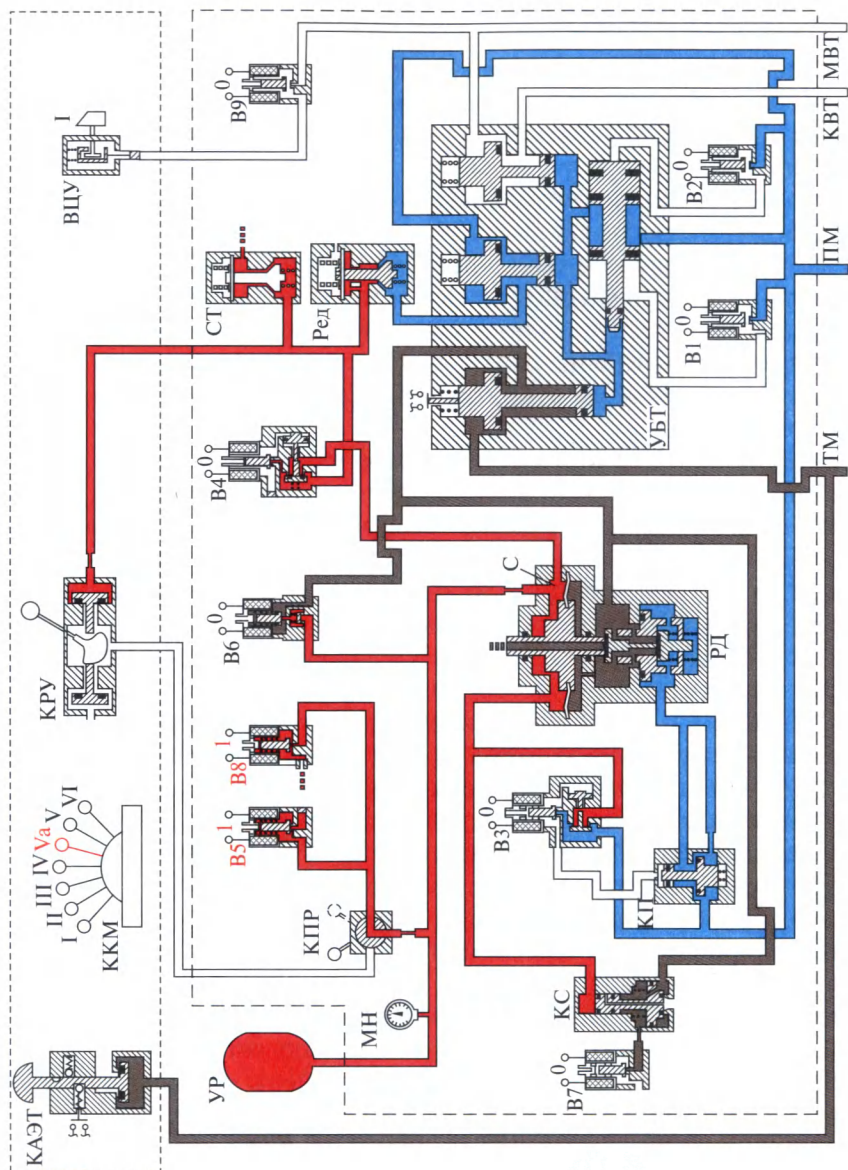


Рис. 270. Работа крана машиниста № 130 при нахождении рукоятки контроллера в Va положении (замедленное торможение)

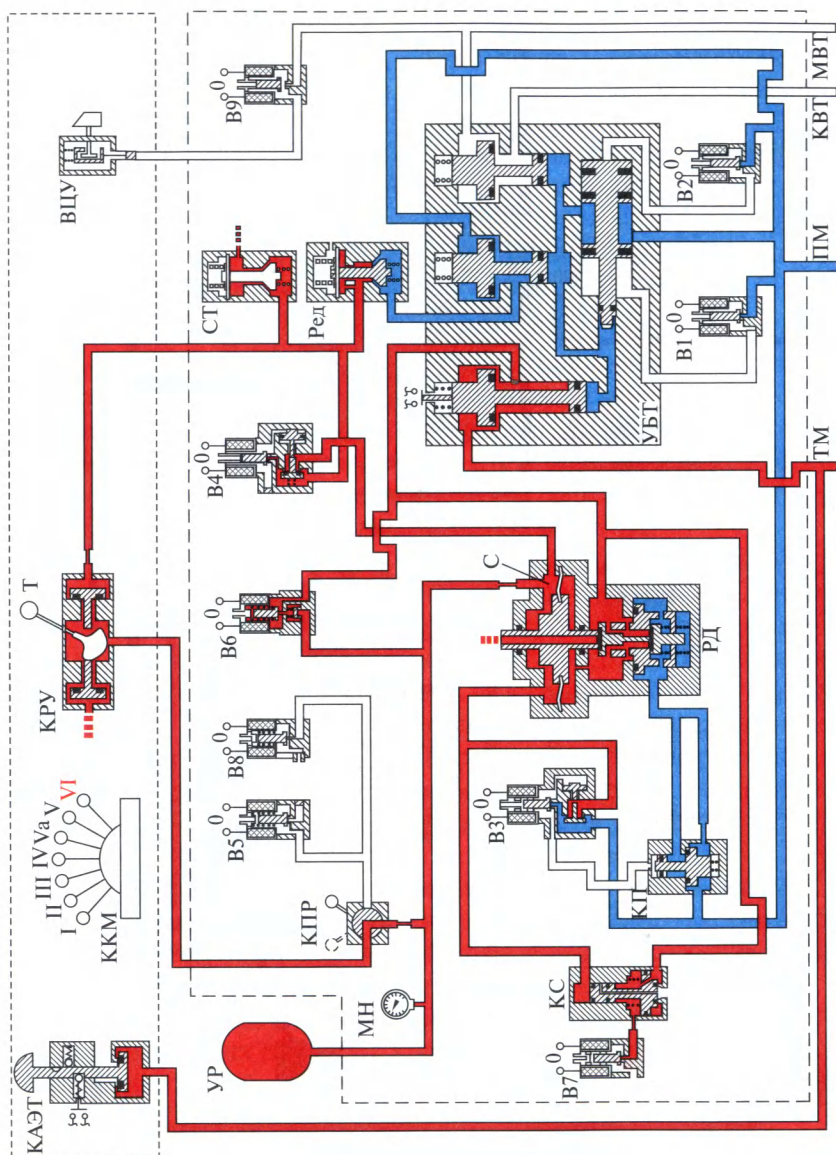


Рис. 271. Работа крана машиниста № 130 при нахождении рукоятки контроллера в V положении (служебное торможение)

уравнительного резервуара через каналы К и П также сообщаются с атмосферой. Благодаря быстрому снижению давления в управляющей полости реле открывается атмосферный клапан реле под действием избыточного давления в тормозной магистрали и тормозная магистраль вторым путем сообщается с атмосферой.

Электропневматическое торможение. Управление электропневматическими тормозами осуществляется тем же контроллером. I и II положения рукоятки контроллера — зарядка и отпуск, III и IV положения — перекрыша, Va положение — торможение без разрядки тормозной магистрали, V и VI положение — торможение с разрядкой тормозной магистрали.

8.4.3. Управление резервным краном

Для перехода на резервное управление необходимо отключить контроллер, переведя рукоятку в положение экстренного торможения. Далее перевести ручку крана переключения режимов на блоке электропневматических приборов в вертикальное положение и при отключении устройства блокировки тормозов включить его вручную, нажатием на ручной привод вентиля В1.

Отпуск краном резервного управления (рис. 273). Для отпуска и зарядки ручку крана перевести в отпусковое положение. Сжатый воздух из питательной магистрали через устройство блокировки тормозов по каналу В, питательный клапан редуктора РЕД, по каналу Т и далее трубопроводу поступает к резервному крану. В отпусковом положении кулачком открывается питательный клапан сообщающий редуктор РЕД через кран переключения режимов с полостью С реле-давления и уравнительным резервуаром. Реле-давления наполнит ТМ до давления в полости С, т.е. до давления, на которое отрегулирован редуктор.

Перекрыша, выполняемая краном резервного управления (рис. 274). В положении перекрыши оба клапана резервного крана закрыты. Давление в тормозной магистрали поддерживает реле-давления, как и при управлении контроллером.

Торможение, выполняемое краном резервного управления (рис. 275). Для торможения ручку КРУ необходимо поставить в тормозное положение. В этом положении открывается атмосферный клапан сообщающий УР и полость С реле давления с атмосферой. Темп разрядки соответствует темпу служебного торможения.

Окончание работы. Смена кабин управления (рис. 276, 277). Перед тем как покинуть кабину необходимо перевести рукоятку контрол-

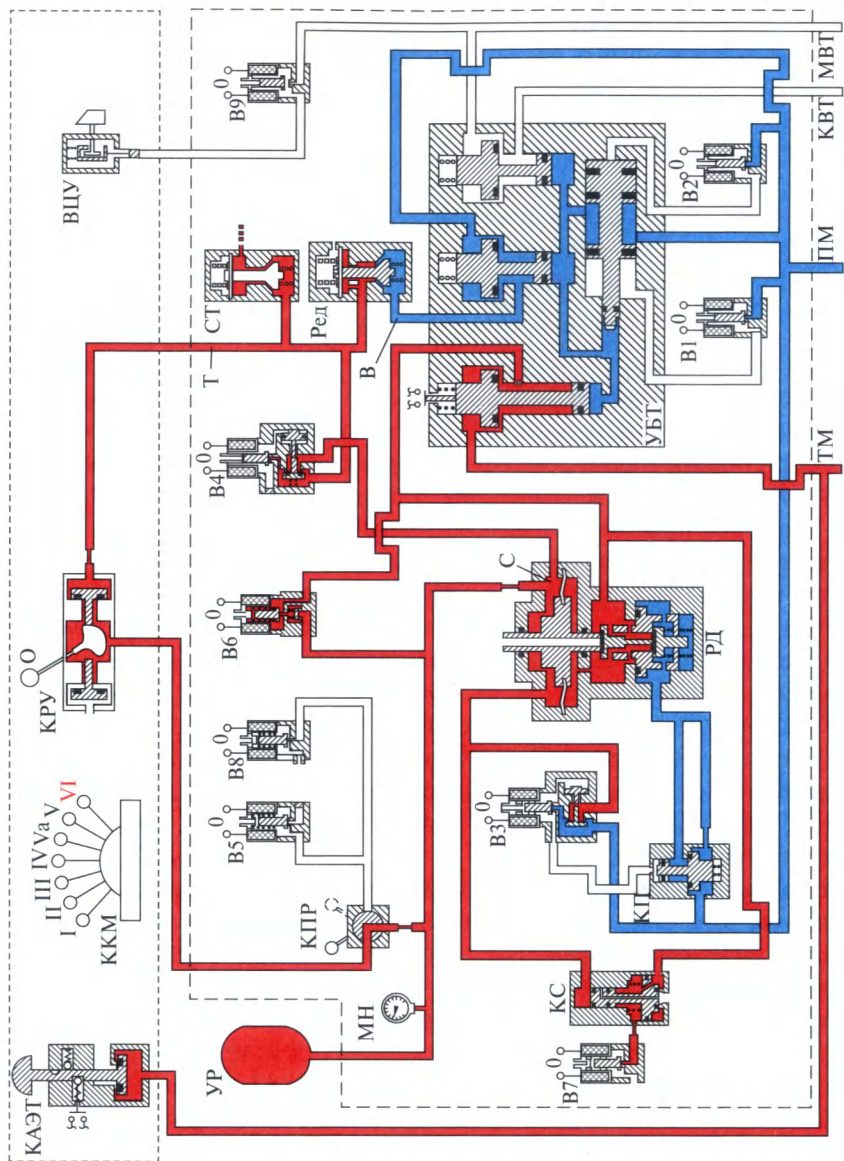


Рис. 273. Работа крана резервного управления в положении отпуска

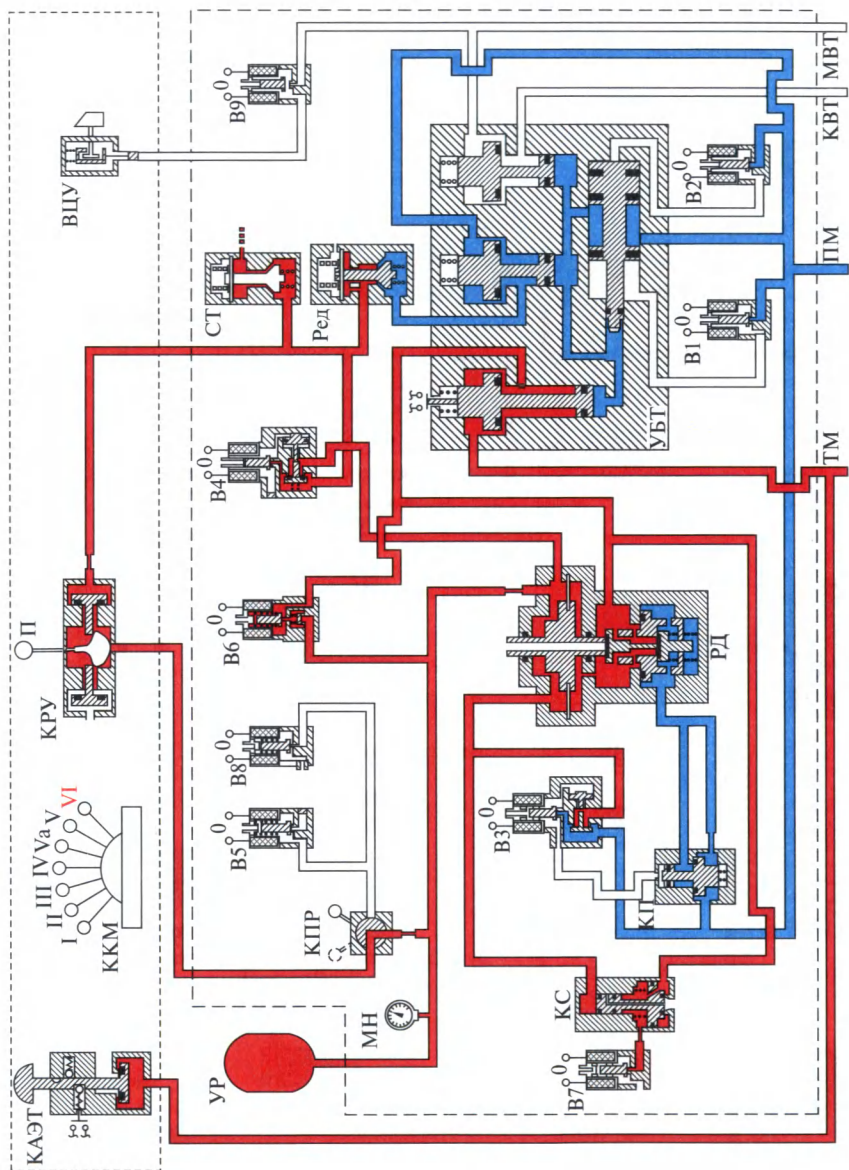
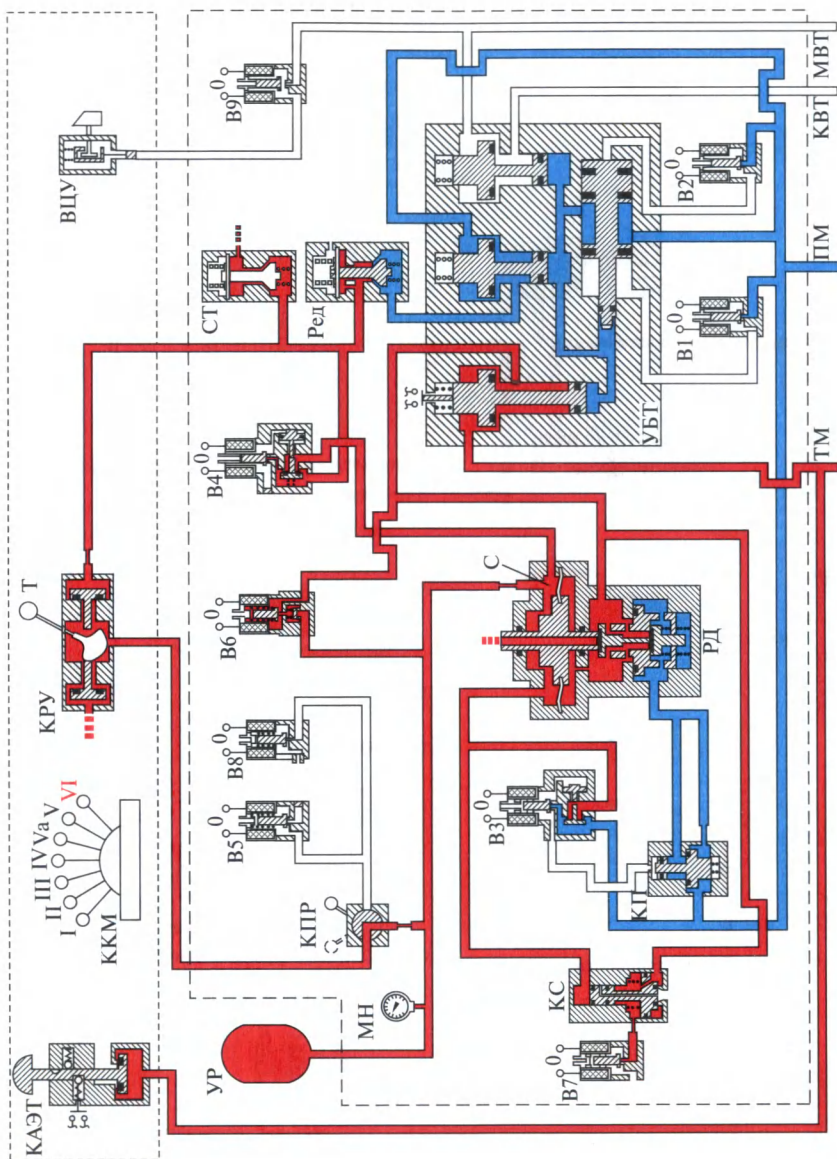


Рис. 274. Работа крана резервного управления в положении перекрыши



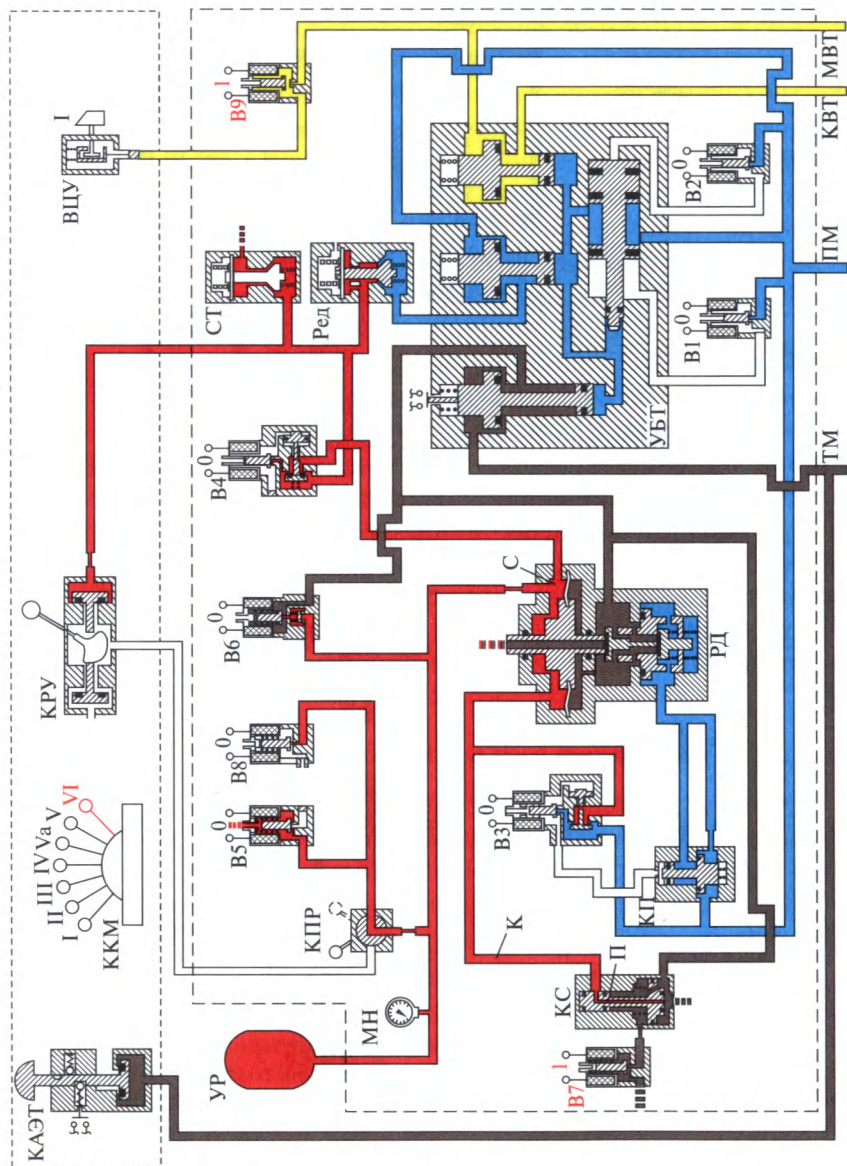


Рис. 276. Положение пневматических цепей при нахождении ключа ВЦУ в положении I при смене кабины управления

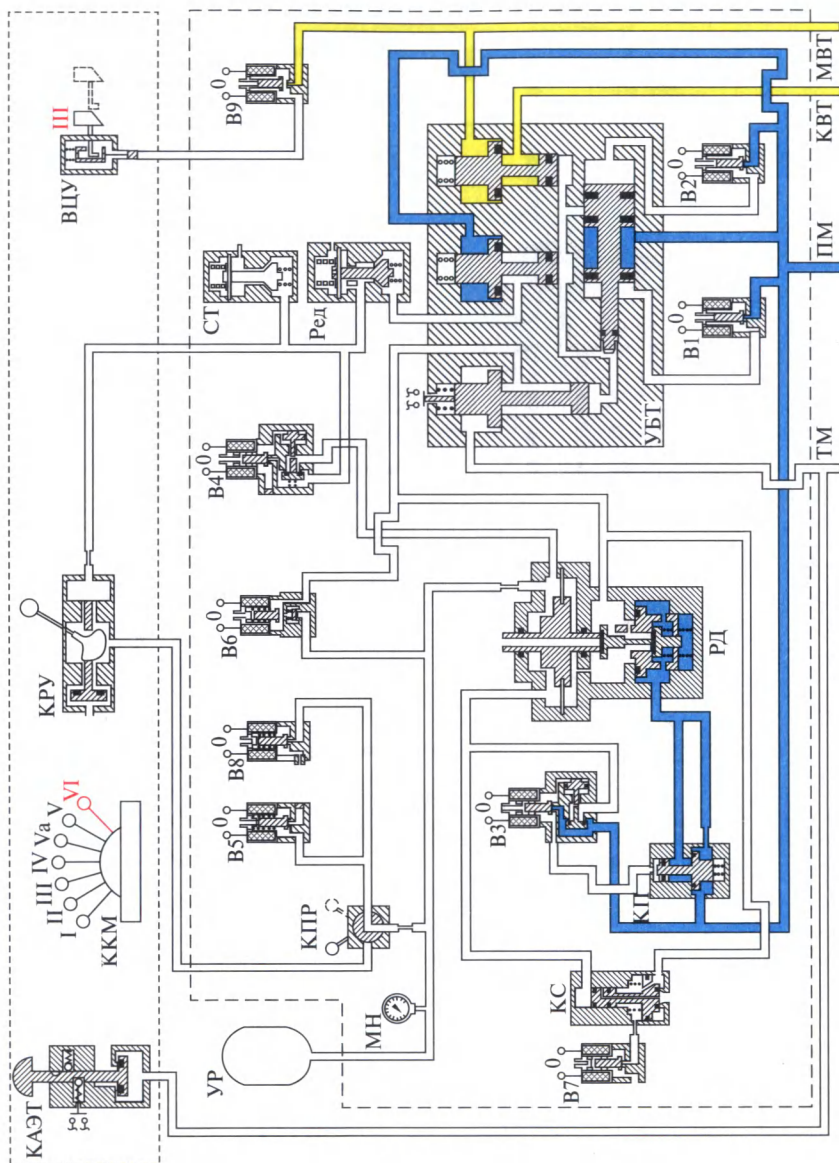


Рис. 277. Положение пневматических цепей при нахождении ключа ВЦУ в положении III при смене кабины управления

лера в VI положение, ручку крана управления вспомогательным тормозом перевести в положение полного торможения. После того, как в ТМ снизится давление сжатого воздуха до 0,09—0,01 МПа, а в тормозном цилиндре давление будет выше 0,3 МПа ключ ВЦУ перевести во II положение (на 90° против часовой стрелки), выдержать 3—4 с. Во II положении ключа (см. рис. 276) подается напряжение на вентиль В2. Сжатый воздух из питательной магистрали через клапан вентиля В2 поступает в полость Ф под распределительный поршень УБТ перекидывает его, сообщая полости над клапанами с атмосферой. Клапана под действием пружин закрываются. Далее ключ можно перевести в III положение (еще на 90° против часовой стрелки) и вынуть из гнезда (см. рис. 277).

Управление автоматическими системами САУТ и другими производится подачей электрических сигналов на электронный блок БЭПП через его штепсельные разъемы. В каждой секции локомотива устанавливаются по одному комплекту крана машиниста. В локомотиве с двумя кабинами управления контроллер, клапан аварийного экстренного торможения, выключатель цепей управления и кран резервного управления устанавливаются в каждой кабине, а исполнительный блок БЭПП с сигнализаторами давления устанавливается один на две кабины. Для отключения резервного крана в недействующей кабине дополнительно устанавливается переключательный клапан.

8.5. Кран вспомогательного тормоза № 215

Кран управления № 215 предназначен для управления вспомогательным прямодействующим неавтоматическим тормозом локомотива. Применяется на тяговом подвижном составе, а также на специальном самоходном подвижном составе, в котором наполнение тормозных цилиндров осуществляется через реле-давления.

Основные технические данные

Время наполнения резервуара объемом 8 л (имитирующего импульсную магистраль) сжатым воздухом от 0 до 3,5 кгс/см ² , с, не более.....	3
Время снижения давления в резервуаре объемом 8 л с 3,5 до 0,5 кгс/см ² , с, не более.....	10
Номинальное давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре при тормозных положениях ручки крана, кгс/см ² I ступень.....	1,0—1,3

II ступень.....	1,7—2,0
III ступень.....	2,7—3,0
IV ступень.....	3,7—4,0
Величина снижения давления в резервуаре при искусственном создании утечки из него, кгс/см ² , не более.....	0,15
Диаметр условного прохода, мм.....	8
Присоединительная резьба	
к питательной магистрали.....	M16×1,5
к тормозным цилиндрам.....	M16×1,5
Габаритные размеры, мм.....	285×100×195
Масса, кг.....	4,2
Давление сжатого воздуха в питательной магистрали, кгс/см ²	7,0—9,0

Общий вид крана представлен на рис. 278. Ручка крана управления имеет пять положений: I — поездное и отпуск тормозов; II, III, IV, V — тормозное.

Работу крана можно проследить по рис. 279. Тормозные положения фиксируются толкателем ручки крана. К нижней части крана подсоединен трубопровод от питательной магистрали. От крана отведен трубопровод к исполнительной части. В средней части крана управления имеется диафрагма 3, диск которой с одной стороны упирается в питательный клапан 1, а с другой — в регулировочный стакан 4. Диск диафрагмы 5 выполнен полым, в верхней части канала имеются отверстия, сообщающие камеру под диафрагмой через

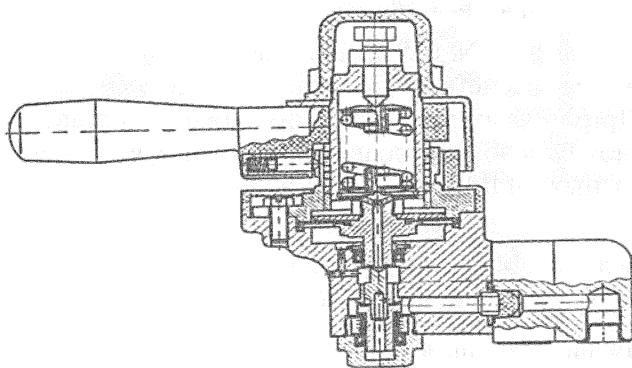


Рис. 278. Общий вид крана № 215

канал в диске и отверстие в стакане с атмосферой. При повороте ручки крана против часовой стрелки в тормозное положение диск диафрагмы вместе с диафрагмой под усилием от стакана перемещается вниз, открывается питательный клапан, и воздух из питательной магистрали поступает в импульсную магистраль и далее к реле давления, которые наполняют ТЦ и одновременно через ниппель 2 под диафрагму. Наполнение происходит до тех пор пока давление сжатого воздуха под диафрагмой уравнивается усилие пружины, после чего диафрагма переместится вверх и питательный клапан под усилием своей пружины перекроется.

В тормозном положении и положении перекрыши атмосферное отверстие перекрывается хвостовиком стакана уплотненного манжетой.

При повороте ручки крана по часовой стрелке, диафрагма вместе с диском переместится вверх, откроется отпускной клапан и воздух из камеры под диафрагмой и реле-давления через полый хвостовик, каналы диска и отверстие в стакане будет выходить в атмосферу, обеспечивая отпуск тормозов локомотива. При действии автоматического тормоза ручка крана № 215 находится в поездном положении.

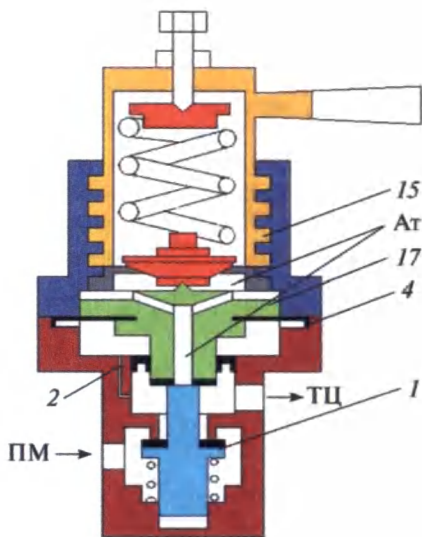


Рис. 279. Работа крана машиниста № 215

8.6. Описание пневматической схемы электровоза 2ЭС5К с краном машиниста № 395

Пневматическая схема с краном машиниста № 395 одной секции электровоза представлена на рис. 280. Схемы обеих секций электровоза одинаковы.

8.6.1. Система приготовления сжатого воздуха

Источником сжатого воздуха, поступающего в пневматическую систему электровоза (электровоза с бустерной секцией) является компрессор КМ1, работающий с частотой вращения 1450 об/мин и обеспечивающий производительность 3,5 м³/мин. Компрессор нагнетает сжатый воздух в группу главных резервуаров РС1, РС2 и РС3 общим объемом 1050 л. Из резервуаров сжатый воздух через маслоотделитель МО1 поступает в питательную магистраль.

Схема обеспечивает повторно-кратковременный режим работы компрессора. Для этого применен датчик-реле давления SP6. При достижении давления в главных резервуарах 0,9 МПа (9,0 кгс/см²) компрессор отключается. При падении давления в резервуарах до 0,75 МПа (7,5 кгс/см²) датчик-реле давления включает компрессор. Для защиты резервуаров от повышенного давления установлены предохранительные клапаны КП1 и КП2, которые отрегулированы на давление срабатывания 1,0 МПа (10,0 кгс/см²). Количество предохранительных клапанов, выбрано исходя из их пропускной способности. Компрессор защищен от противодавления со стороны главных резервуаров обратным клапаном КО7.

Для снижения нагрузки на приводной электродвигатель компрессора при пуске на трубопроводе со стороны компрессора установлен разгрузочный клапан У5. При отключении компрессора катушка клапана получает питание от электрической цепи, клапан срабатывает и соединяет трубопровод между компрессором и обратным клапаном с атмосферой. Время выпуска воздуха из данного участка трубопровода не превышает 7 с. Этого времени достаточно, чтобы включение компрессора обеспечивалось при отсутствии противодавления в трубопроводе при любых эксплуатационных условиях. При включении двигателя напряжение на катушке вентиля снимается, клапан закрывается, и выпуск воздуха из трубопровода прекращается.

Для исключения передачи вибрации от компрессора на трубопроводы, между ними установлен гибкий металлический рукав РУ20.

Выпадающий в главных резервуарах и маслоотделителе конденсат удаляют в атмосферу с помощью электропневматических клапанов У21, У22, У23, У24, управление которыми выведено на пульт машиниста. Разобшиительные краны КН10, КН11, КН12 и КН13

установлены на случай выхода из строя соответствующего клапана продувки. Для сбора масла и конденсирующейся в трубопроводах влаги на питательной магистрали перед краном машиниста SQ3 на обеих секциях электровоза установлены маслоотделитель МО2 с резервуаром РС11. Для уменьшения количества влаги и масла, попадающих в межсекционные соединения, на питательной магистрали установлен маслоотделитель МО3. Краны КН28, КН29 предназначены для периодического удаления конденсата.

По обоим концам секции питательная магистраль оканчивается соединительными рукавами РУ1 и РУ2, которые могут быть использованы для зарядки пневматической системы электровоза сжатым воздухом от постороннего источника. По концам секции тормозная магистраль оканчивается рукавами РУ3 и РУ4.

Для подъема токоприемника при отсутствии запаса сжатого воздуха на секциях электровоза установлен вспомогательный компрессор КМ2 с питанием электродвигателя от аккумуляторной батареи. Сжатый воздух, поступающий от вспомогательного компрессора, очищается в маслоотделителе МО4. Установленный на нем кран КН53 служит для периодического удаления конденсата. Этим же краном можно воспользоваться при необходимости облегчить запуск вспомогательного компрессора путем снижения противодавления, соединив магистраль с атмосферой.

Компрессор защищен от противодавления клапаном КО3, а от работы при повышенном давлении, в случае не отключения его вручную или датчиком-реле давления SP7 — предохранительным клапаном КП3, отрегулированным на срабатывание при давлении 0,7 МПа (7,0 кгс/см²). Назначение датчика-реле давления SP7 — автоматическое отключение приводного двигателя вспомогательного компрессора при достижении давления в системе 0,7 МПа (7,0 кгс/см²). Для контроля давления сжатого воздуха в питательной и тормозной магистралях, в уравнительном резервуаре и тормозных цилиндрах крайних тележек на пультах машиниста установлены двухстрелочные манометры МН1, МН2.

Для осуществления торможения экстренным темпом при возникновении аварийной ситуации предусмотрен клапан аварийно-экстренного торможения SQ4. Клапан установлен на посту помощника машиниста. При нажатии на кнопку клапана происходит сообщение тормозной магистрали с атмосферой, подается сигнал на снятие

тяги, включение подсыпки песка под колесные пары и включение тифона.

Электровоз оборудован автоматическим и неавтоматическим (вспомогательным) пневматическими тормозами. Управление осуществляется из кабины электровоза. Исполнительным органом автоматического пневматического тормоза является воздухораспределитель ВРГ, а управляющим — кран машиниста SQ3 усл. № 395. Автоматический тормоз срабатывает при разрядке тормозной магистрали, осуществляемой с поста управления в кабине электровоза, переводом ручки крана машиниста в тормозное положение, при разрыве поезда или при срабатывании электропневматического клапана автостопа У25. Величина давления в тормозных цилиндрах зависит от величины разрядки тормозной магистрали.

Для обеспечения плавности срабатывания тормозов путем увеличения времени наполнения объема магистрали между воздухораспределителем ВРГ и реле давления РД1 и РД2 установлен резервуар РС13 объемом 5 л.

Величина зарядного давления в тормозной магистрали регулируется редуктором на кране машиниста и устанавливается в зависимости от условий эксплуатации электровоза. На кране машиниста SQ3 установлен микровыключатель, обеспечивающий при постановке ручки крана в VI положение, разбор электрической схемы тягового режима, автоматическую подсыпку песка под все нечетные по ходу движения колесные пары и включение звукового сигнала низкого тона (тифона).

8.6.2. Описание работы схемы

Автоматическое торможение. При снижении давления в тормозной магистрали воздухораспределитель ВРГ срабатывает и сжатый воздух из резервуара РС7 через клапаны КПР3, КПР1 и КПР2 поступает в управляющие полости реле давлений РД1 и РД2. Далее реле давления РД1 и РД2 срабатывают и открывают проход сжатого воздуха из резервуаров РС5 и РС6 в тормозные цилиндры Ц1—Ц4. Резервуары защищены обратным клапаном КО1 от соединения с атмосферой и потери запаса сжатого воздуха при разрыве межсекционных соединений или при других нарушениях целостности в питательной магистрали. При необходимости отключения реле давления или тележек используют разобщительные краны КН60 и

КН61. Разобшительные краны КН33 и КН34 предназначены для отключения вышедших из строя реле давления РД1 и РД2. Кранами КН60 и КН61 можно отключить неисправную тележку с одновременным выпуском сжатого воздуха из тормозных цилиндров.

Отпуск автоматического тормоза. Зарядка тормозной магистрали происходит из питательной магистрали через кран машиниста SQ3 установкой ручки крана № 395 во II положение.

Отпуск автоматического тормоза производится повышением давления в тормозной магистрали при переводе ручки крана машиниста во II положение, что приводит к переходу воздухораспределителя ВРГ в отпускное положение. При этом сжатый воздух из управляющих полостей реле давлений РД1 и РД2 выходит в атмосферу через воздухораспределитель ВРГ, а из тормозных цилиндров — через реле давления РД1 и РД2.

Схемой предусмотрена возможность отпуска автоматического тормоза электровоза, без отпуска тормозов состава. Для этого необходимо после автоматического торможения, разрядкой тормозной магистрали до 0,4 МПа (4,0 кгс/см²), включить кнопку ОТПУСК ТОРМОЗА. При этом получает питание электроблокировочный клапан У3, который открывает выход сжатого воздуха в атмосферу из управляющих камер реле давлений РД1 и РД2. Далее, реле давления срабатывают и выпускают сжатый воздух из тормозных цилиндров в атмосферу. Происходит отпуск тормоза только на электровозе. В том случае, если отпуск тормоза осуществляется после служебного торможения, электрической схемой предусмотрено (с помощью сигнализатора SP16) поддержание клапана У3 во включенном состоянии независимо от нажатия кнопки до тех пор, пока не будет отпущен тормоз состава путем повышения давления в тормозной магистрали. Восстановление давления в тормозной магистрали поезда ведет к переходу воздухораспределителя ВРГ в режим отпуска.

После этого система переходит в состояние готовности торможения электровоза при приведении в действие автоматического тормоза, о чем будет свидетельствовать не горящая лампа Н5.

Для отпуска тормозов при разрыве межсекционного соединения или после экстренного торможения необходимо нажать кнопку ОТПУСК ТОРМОЗА и не отпускать ее. При этом подается напряжение на электроблокировочный клапан У3, воздух из тормозных цилиндров выходит в атмосферу описанным выше путем. При возвраще-

нии кнопки в исходное состояние давление в тормозных цилиндрах восстанавливается до первоначального (этот режим обеспечивается с помощью сигнализатора SP17).

Учитывая, что при движении грузовых поездов воздухораспределитель ВРГ электровоза может находиться в режимах пониженного давления в тормозных цилиндрах (порожний, средний) схемой предусмотрено наполнение тормозных цилиндров до полного давления по отдельной цепи при экстренном торможении, при разрыве межсекционного соединения и других неисправностях в поезде. При этом клапан К при понижении давления в тормозной магистрали открывает проход сжатого воздуха через редуктор КР5 через переключательные клапаны КПР3, КПР1 и КПР2 в тормозные цилиндры описанным выше путем.

Во избежание движения электровоза при не полностью выпущенном сжатом воздухе из тормозных цилиндров предусмотрена световая сигнализация на пульте машиниста об остаточном давлении (не отпуск тормоза) хотя бы в одной тележке. Сигнальная лампа горит до понижения давления в цилиндрах ниже $0,03 \pm 0,01$ МПа ($0,3 \pm \pm 0,1$ кгс/см²). Функции датчика давления выполняют пневматические выключатели управления SP11 и SP12.

Для обеспечения возможности подтормаживания электровоза при движении в режиме рекуперативного торможения предусмотрена допустимость совместного действия электрического и пневматического тормоза. При этом, если давление в тормозных цилиндрах превысит величину $0,14 \pm 0,01$ МПа ($1,4 \pm 0,1$ кгс/см²) электрический тормоз автоматически отключается. Функции датчика давления в этой ситуации выполняет пневматический выключатель управления SP3.

Электровоз оборудован устройством автоматического торможения при проезде запрещающих сигналов светофора. Для этого в схему включен электропневматический клапан автостопа У25. Клапан обеспечивает сброс сжатого воздуха из тормозной магистрали при нарушении правил проезда сигналов светофора темпом экстренного торможения, что ведет к срабатыванию автоматических пневматических тормозов.

Торможение с помощью крана вспомогательного тормоза. Вспомогательный тормоз применяется при следовании одиночного элект-

ровоза, маневровой работе, сжатию состава и работает следующим образом.

При переводе ручки крана вспомогательного тормоза КУ в тормозное положение срабатывает реле давления РД3. Сжатый воздух из питательной магистрали через разобщительный кран КН15 и реле давления РД3 поступает в магистраль вспомогательного тормоза, далее через переключательный клапан КПР2 поступает в управляющие полости реле давления РД1 и РД2. При этом реле срабатывают и открывают проход сжатого воздуха из резервуаров РС5 и РС6 в тормозные цилиндры Ц1—Ц4.

Отпуск вспомогательного тормоза производится переводом ручки крана КУ в I положение. При этом сжатый воздух из управляющей полости реле РД3 через кран КУ, выходит в атмосферу, а сжатый воздух из управляющих камер реле давлений РД1, РД2 через реле давления РД3. В результате реле давления РД1 и РД2 переходят в положение, соединяющее тормозные цилиндры Ц1—Ц4 с атмосферой.

Смена кабины управления. Электровоз оборудован устройством блокировки тормозов SQ1, которое обеспечивает правильное включение тормозной системы при смене кабин управления, а также исключение возможности приведения в движение электровоза из нерабочей кабины.

На электровоз выдается одна съемная ручка устройства блокировки тормозов, которая устанавливается на блокировке в рабочей кабине. Наличие одной ручки обеспечивает принудительное разобщение воздухопроводов, идущих к тормозным кранам в нерабочей кабине, из которой ведется управление электровозом.

При смене кабин управления для того, чтобы снять ручку, необходимо привести в действие автоматический тормоз поворотом ручки крана машиниста SQ3 в VI положение с полной разрядкой тормозной магистрали. Ручку крана вспомогательного тормоза КУ необходимо установить в V положение. Затем перевести устройство блокировки тормозов в нерабочее положение. При этом происходит разрыв электрических цепей управления электровозом, что исключает возможность приведения его в движение. После смены кабины управления ручку блокировки установить на вал блокировки в управляемой кабине и перевести ручку блокировки в рабочее положение. При этом электрические цепи управления замыкаются,

а тормозная магистраль заполняется переводом ручки крана машиниста SQ3 во II положение. Затем ручку крана вспомогательного тормоза КУ необходимо установить в I положение.

В устройстве блокировки тормозов размещен комбинированный кран КК1, позволяющий производить экстренное торможение из нерабочей кабины, для чего его ручку необходимо повернуть вправо до упора.

Работа автоматического тормоза электровоза в режиме движения в недействующем состоянии. Для обеспечения работы автоматического тормоза электровоза в режиме движения в недействующем состоянии предусмотрена цепь наполнения питательной магистрали и запасных резервуаров РС5 и РС6 из тормозной магистрали. С целью исключения обратного перетекания сжатого воздуха — из питательной магистрали в тормозную — установлен обратный клапан КО2. Цепь отключается разобщительным краном КН24.

Торможение в режиме движения в недействующем состоянии происходит следующим образом. Недействующий электровоз подключается к ведущему локомотиву тормозной магистрали. Открывается кран КН24 и устанавливаются остальные краны в положения соответствующие режиму «Движение электровоза в недействующем состоянии». Тормозами управляют с ведущего локомотива изменением давления в тормозной магистрали, которое ведет к срабатыванию воздухораспределителя ВРГ. Далее процесс торможения происходит описанным выше путем.

С целью исключения наполнения тормозных цилиндров повышенным давлением при транспортировании в недействующем состоянии в блоке пневматического оборудования установлен кран КН42, который на период транспортирования должен быть закрыт. Разобщительный кран КН1 необходим для отключения питательной магистрали секции при повреждениях в цепи «Компрессор КМ1-питательная магистраль».

Функциональное назначение преобразователей давления ВР3, ВР4, ВР7, ВР9, ВР10, электропневматической приставки У28, клапана У27, блока КОН А67 определяется системами автоматического управления тормозами (САУТ) и комплексом локомотивных устройств безопасности (КЛУБ) и описано в соответствующей документации.

Взаимодействие электрического и пневматического тормозов. Совместное действие электрического и пневматического тормозов недо-

пустимо из-за возможного юза колесных пар, вследствие большого тормозного усилия. Поэтому схема автоматически устанавливает только один вид торможения: электрический или пневматический. Это обеспечивает электропневматический клапан УЗ и пневматический выключатель управления SP4.

При действии автоматического пневматического тормоза на катушке вентилей клапана УЗ отсутствует напряжение, и он пропускает воздух от воздухораспределителя ВРГ к тормозным цилиндрам. В момент перехода на электрическое торможение на катушку вентилей УЗ подается напряжение. Клапан перекрывает проход воздуха через клапан КПР1 и одновременно сообщает с атмосферой магистраль между клапанами КПР1, КПР2 и реле давления РД1, РД2, что приводит к отпуску пневматического тормоза. Возможность торможения состава пневматическим тормозом при электрическом торможении электровоза сохраняется. В случае приведения в действие автоматического пневматического тормоза, когда давление в тормозной магистрали снизится до величины от 0,29 до 0,27 МПа (от 2,9 до 2,7 кгс/см²), электрическое торможение автоматически отключается выключателем SP4, который одновременно снимает напряжение с катушки вентилей клапана УЗ, в результате чего клапан УЗ пропускает сжатый воздух к реле давления. Происходит процесс пневматического торможения и разбор тягового режима.

Возможность восстановления электрического тормоза и тягового режима достигается при повышении давления в тормозной магистрали до величины 0,46 МПа (4,6 кгс/см²). При срыве электрического торможения, даже если ручка крана машиниста находится в поездном положении, автоматически приходит в действие схема замещения электрического тормоза пневматическим. В этом случае пневматическое устройство У4 получает питание и пропускает сжатый воздух давлением от 0,18 до 0,2 МПа (от 1,8 до 2,0 кгс/см²) через клапан КПР1 к реле давления РД1 и РД2. Далее идет процесс пневматического торможения, описанный выше. Понижение давления до указанной величины осуществляется редуктором КР6. Одновременно при срыве электрического тормоза срабатывает свисток НА1, установленный в обеих кабинах машиниста.

Схема допускает возможность одновременного применения электрического и пневматического торможения краном вспомогательного тормоза КУ. Совместное действие двух видов торможения возмож-

но, пока давление в тормозных цилиндрах не превысит величины 0,14 МПа (1,4 кгс/см²). При более высоком давлении пневматический выключатель управления SP3 разбирает схему электрического торможения, после чего может применяться любой вид пневматического торможения. Восстановление электрического тормоза возможно при снижении давления в тормозных цилиндрах ниже 0,14 МПа (1,4 кгс/см²).

Цепи вспомогательные. Сжатый воздух на электровозе используют также для работы системы смазки гребней, подачи звуковых сигналов, работы главного выключателя, аппаратов цепей управления и токоприемников, а также для подсыпки песка под колесные пары.

Система смазывания гребней установлена на 1-ой по ходу движения колесной паре. Сжатый воздух в систему поступает через электромагнитный вентиль У30 и непосредственно к масляному баку. Краны КН45 и КН46 постоянно открыты и перекрываются только в случае выхода из строя гребнесмазывателей. Подробное описание работы системы приводится в специальной инструкции, разработанной изготовителем и прилагаемой к паспорту электровоза.

Звуковыми сигналами являются тифон и свисток, установленные на едином кронштейне — РВН. Управление сигналами — электропневматическое. Тифон управляется клапаном У17, свисток — клапаном У18. При выходе из строя клапанов они могут быть отключены разобщительными кранами КН17 и КН18.

Для работы аппаратов цепей управления и цепей блокирования высоковольтной камеры давление сжатого воздуха понижается в редукторе КР4 до 0,5 МПа (5,0 кгс/см²). Предусмотрена возможность отключения любого вышедшего из строя аппарата кранами КН55—КН59.

Для обеспечения подъема токоприемника давление сжатого воздуха понижается редуктором КР3 до 0,35 МПа (3,5 кгс/см²). Управление подъемом и опусканием токоприемника осуществляется клапаном У10. С целью обеспечения устойчивой работы токоприемника установлен резервуар РС10 объемом 10 л и дроссельное устройство ДР5. Клапан предохранительный КП4, настроенный на давление срабатывания 0,4 МПа (4,0 кгс/см²), защищает токоприемник от перегрузок при его перемещениях или разрегулировке редуктора КР3. Воздухопровод ВИ — изоляционное устройство,

разъединяющее токоприемник от земли. Материал воздухопровода — фторопласт. Для исключения возможности входа в высоковольтную камеру без опускания токоприемника установлен вентиль защиты. Вентиль не открывает выход сжатого воздуха в атмосферу, а следовательно, и не разблокирует высоковольтную камеру, если хотя бы одна из его катушек остается под напряжением. Пневматический выключатель SP5 включен в электрическую схему подъема токоприемника.

Для стабилизации величины нажатия полоза токоприемника на контактный провод, при прохождении участков с меняющейся высотой контактного провода, в системе питания токоприемника установлены сигнализаторы давления SP23 и SP24 и устройство пневматическое У31.

После подачи напряжения на клапан токоприемника У10 воздух из буферного резервуара РС9 и через калибровочный клапан ДР5 со стороны редуктора КР3 поступает в баллон токоприемника. При достижении необходимого давления в баллоне токоприемник поднимается. Время подъема токоприемника регулируется с помощью клапана ДР5. Контакт сигнализатора давления SP23 разомкнут, при этом устройство пневматическое У31 закрыто. При движении полоза токоприемника вниз давление в системе нарастает и при достижении 0,36 МПа (3,6 кгс/см²) сигнализатор давления SP23 собирает цепь подачи напряжения на устройство пневматическое У31. Происходит кратковременный сброс воздуха из системы питания токоприемника. Как только давление в системе станет меньше 3,5 кгс/см² сигнализатор SP23 разберет цепь подачи напряжения на У31 и сброс воздуха прекратится. Для исключения возможности опускания токоприемника под нагрузкой, установлен сигнализатор давления SP24, отрегулированный на размыкание контакта при снижении давления до 2,6 кгс/см². При снижении давления до этой уставки сигнализатор SP24 обеспечит отключение главного выключателя. Величины уставок сигнализаторов SP23, SP24 и редуктора КР3 могут корректироваться на локомотиве в процессе наладки системы питания асимметричного токоприемника для обеспечения необходимого диапазона контактных нажатий.

Для обеспечения подъема токоприемника без включения вспомогательного компрессора предусмотрено сохранение запаса сжа-

того воздуха в резервуаре РС4. Объем резервуара позволяет поднять токоприемник, если давление в резервуаре не ниже 0,7 МПа (7,0 кгс/см²). Для сохранения запаса воздуха необходимо при опускании токоприемника отключить резервуар краном КН25 в момент, когда давление в питательной магистрали около 0,9 МПа (9,0 кгс/см²). Показания снимаются по манометру МН5. В целях уменьшения расхода сжатого воздуха на наполнение не участвующих в работе магистралей необходимо перекрыть кран КН52. Расход воздуха на питательную магистраль исключается установкой обратного клапана КО4.

Для увеличения сцепления колеса с рельсом служит система, осуществляющая подачу песка в зону контакта колеса с рельсом с помощью форсунок ФП1—ФП8. Работой форсунок управляют электропневматические клапаны У11—У14. Подсыпка песка производится под первую, третью, пятую и седьмую колесные пары по ходу движения электровоза. Автоматическая подсыпка песка производится (срабатыванием электропневматических клапанов У11—У14 по сигналу пневматического выключателя управления SP8) при экстренном торможении, когда ручка крана машиниста находится в 6 положении, а также при возникновении буксования или юза колесной пары. При скорости движения ниже 10 км/ч подсыпка песка прекращается.

Для гибкой связи пескопровода, расположенного на кузове и тележках, применены резиновые рукава РУ12-РУ19. Свисток НА1 сигнализирует о срыве рекуперации. Кран КН54 служит для отбора сжатого воздуха на обдув помещения или ходовых частей. Давление можно регулировать редуктором КР4.

8.7. Описание пневматической схемы электровоза 2ЭС5К с краном машиниста № 130

Пневматическая схема с краном машиниста № 130 одной секции электровоза представлена на рис. 281.

8.7.1. Система приготовления сжатого воздуха

Источником сжатого воздуха является компрессор КМ1, работающий с частотой вращения 1450 об/мин и обеспечивающий производительность 3,5 м³/мин. Компрессор нагнетает сжатый воздух в группу главных резервуаров РС1, РС2 и РС3 общим объемом

1050 л. Из резервуаров сжатый воздух через маслоотделитель МО1 поступает в питательную магистраль.

Схема обеспечивает повторно-кратковременный режим работы компрессора. Для этого применен датчик-реле давления SP6. При достижении давления в главных резервуарах $9,0 \text{ кгс/см}^2$ компрессор отключается. При падении давления в резервуарах до $7,5 \text{ кгс/см}^2$ датчик-реле давления включает компрессор. Для защиты резервуаров от повышенного давления установлены предохранительные клапаны КП1 и КП2, которые отрегулированы на давление срабатывания 10 кгс/см^2 . Количество предохранительных клапанов, выбрано исходя из их пропускной способности. Компрессор защищен от противодействия со стороны главных резервуаров обратным клапаном КО7.

Для снижения нагрузки на приводной электродвигатель компрессора при пуске на трубопроводе, со стороны компрессора установлен разгрузочный клапан У5. При отключении компрессора катушка клапана получает питание от электрической цепи, клапан срабатывает и соединяет трубопровод между компрессором и обратным клапаном с атмосферой. Время выпуска воздуха из указанного участка трубопровода не превышает 7 с. Этого времени достаточно, чтобы включение компрессора обеспечивалось при отсутствии противодействия в трубопроводе при любых эксплуатационных условиях. При включении двигателя напряжение на катушке вентиля снимается, клапан закрывается, и выпуск воздуха из трубопровода прекращается. Для исключения передачи вибрации от компрессора на трубопроводы, между ними установлен гибкий металлический рукав РУ20.

Выпадающий в главных резервуарах и маслоотделителе конденсат удаляют в атмосферу с помощью электропневматических клапанов У21, У22, У23, У24, управление которыми выведено на пульт машиниста. Разобшительные краны КН10, КН11, КН12 и КН13 установлены на случай выхода из строя соответствующего клапана продувки. В целях исключения попадания в блок электропневматических приборов А13 масла и сконденсировавшейся в трубопроводах влаги перед ним установлен маслоотделитель МО2 с резервуаром РС11. Для уменьшения количества влаги и масла, попадающих в межсекционное соединение, на питательной магистрали установлен маслоотделитель МО3. Краны КН28 и КН29 необходимы

для периодического удаления конденсата. По обоим концам секции питательная магистраль оканчивается соединительными рукавами РУ1 и РУ2, которые могут быть использованы для зарядки пневматической системы электровоза сжатым воздухом от постороннего источника.

Для подъема токоприемника при отсутствии запаса сжатого воздуха на электровозе установлен вспомогательный компрессор КМ2 с питанием электродвигателя от аккумуляторной батареи. Сжатый воздух, поступающий от вспомогательного компрессора, очищается в фильтре ФТ02. Установленный на нем кран КН53 служит для периодического удаления конденсата. Этим же краном можно воспользоваться при необходимости облегчить запуск вспомогательного компрессора, путем снижения противодавления, соединив магистраль с атмосферой.

Компрессор защищен от противодавления клапаном КО3, а от работы при повышенном давлении, в случае не отключения его вручную или датчиком-реле давления SP7 — предохранительным клапаном КП3, отрегулированным на срабатывание при давлении 8,0 кгс/см. Назначение датчика-реле давления SP7 — автоматическое отключение приводного двигателя вспомогательного компрессора при достижении давления в системе 7,6 кгс/см².

Разобщительный кран КН1 необходим для отключения питательной магистрали секции при повреждениях в цепи «Компрессор КМ1 — питательная магистраль». Для контроля давления в различных цепях установлены манометры МН.

Функциональное назначение преобразователей давления ВР1, ВР2, ВР3, ВР4, ВР7, ВР9, ВР10 и блока КОН определяется системами автоматического управления тормозами (САУТ) и комплексом локомотивных устройств безопасности (КЛУБ).

Пневматические выключатели управления, датчики-реле давления и сигнализаторы давления имеют следующие уставки:

- SP2, SP4, SP5 — вкл. (4,5—4,8) кгс/см², выкл. (2,7—2,9) кгс/см²;
- SP3 — вкл. $(1,4 \pm 0,1)$ кгс/см²;
- SP6 — вкл. $(7,5 \pm 0,25)$ кгс/см², выкл. $(9,0 \pm 0,25)$ кгс/см²;
- SP7 — вкл. $(4,4 \pm 0,25)$ кгс/см², выкл. $(7,6 \pm 0,25)$ кгс/см²;
- SP8 — вкл. (2,8 — 3,2) кгс/см², выкл. (1,5 — 1,8) кгс/см²;
- SP11, SP12 — вкл. $(0,3 + 0,1)$ кгс/см²;

- SP13 — вкл. $(2,7 + 0,1)$ кгс/см²;
- SP14 — вкл. $(1,9 + 0,1)$ кгс/см²;
- SP16 — вкл. $(3,0 + 0,1)$ кгс/см²;
- SP17 — вкл. $(10,0 + 0,1)$ кгс/см².

8.7.2. Цепи вспомогательные

Сжатый воздух на электровозе используют также для работы системы смазки гребней бандажей, подачи звуковых сигналов, работы главного выключателя, аппаратов цепей управления и токоприемников, а также для подсыпки песка под колесные пары.

Система смазывания гребней бандажей установлена на 1-ой по ходу движения колесной паре. Сжатый воздух в систему поступает через электромагнитный вентиль У30 и непосредственно к масляному баку. Краны КН45 и КН46 постоянно открыты и перекрываются только в случае выхода из строя гребнесмазывателей.

Звуковыми сигналами являются тифон и свисток, установленные на едином кронштейне — РВН. Управление сигналами — электропневматическое. Тифон управляется клапаном У17, свисток — клапаном У18. При выходе из строя клапанов они могут быть отключены разобщительными кранами КН17 и КН18.

Сжатый воздух, поступающий в главный воздушный выключатель из питательной магистрали, дополнительно очищен фильтром ФТО2 с металлокерамической вставкой. Разобщительный кран КН26 установлен для отключения главного выключателя. Для слива конденсата из резервуара РС8 и фильтра ФТО2 установлены спускные краны КН27 и КН52.

Для работы аппаратов цепей управления и цепей блокирования высоковольтной камеры давление сжатого воздуха понижается в редукторе до $5,0$ кгс/см². Предусмотрена возможность отключения любого вышедшего из строя аппарата кранами КН55—КН59.

Для обеспечения подъема токоприемника давление сжатого воздуха понижается редуктором КР3 до $2,4$ кгс/см². Управление подъемом и опусканием токоприемника осуществляется клапаном У10. С целью обеспечения устойчивой работы токоприемника установлен резервуар РС10 объемом 10 л и дроссельное устройство ДР5. Клапан предохранительный КП4 защищает токоприемник от перегрузок при его перемещениях или разрегулировке редуктора КР3. Воздухопровод ВИ — изоляционное устройство, разъединяющее токоприемник от земли. Материал воздухопровода — фторопласт.

Для исключения возможности входа в высоковольтную камеру без опускания токоприемника установлен вентиль защиты. Вентиль не открывает выход сжатого воздуха в атмосферу, следовательно, и не разблокирует высоковольтную камеру, если хотя бы одна из его катушек остается под напряжением. Пневматический выключатель SP5 включен в электрическую схему подъема токоприемника.

Для обеспечения подъема токоприемника без включения вспомогательного компрессора предусмотрено сохранение запаса сжатого воздуха в резервуаре РС4. Объем резервуара позволяет поднять токоприемник, если давление в резервуаре не ниже $7,0 \text{ кгс/см}^2$. Для сохранения запаса воздуха необходимо при опускании токоприемника отключить резервуар краном КН25 в момент, когда давление в питательной магистрали около $9,0 \text{ кгс/см}^2$. Показания снимаются по манометру МН5. При подъеме токоприемника в целях уменьшения расхода сжатого воздуха на заполнение запасного резервуара отключить резервуар краном КН25. Расход воздуха на питательную магистраль исключается установкой обратного клапана КО4.

Для увеличения сцепления колеса с рельсом служит система, осуществляющая подачу песка в зону контакта колеса с рельсом с помощью форсунок ФП1—ФП8. Работой форсунок управляют электропневматические клапаны У11—У14. Подсыпка песка производится под первую, третью, пятую и седьмую колесные пары по ходу движения электровоза. Автоматическая подсыпка песка производится при экстренном торможении, когда контроллер крана машиниста находится в VI положении, а также при возникновении боксования или юза колесной пары. При скорости движения ниже 10 км/ч подсыпка песка прекращается. Для гибкой связи пескопровода, расположенного на кузове и тележках, применены резиновые рукава РУ12—РУ 19. Свисток НА1 сигнализирует о срыве рекуперации. Кран КН54 служит для отбора сжатого воздуха на обдув помещения или ходовых частей. Давление можно регулировать редуктором КР4.

8.7.3. Работа пневматической схемы электровоза

Автоматическое торможение происходит следующим образом. При снижении давления в тормозной магистрали воздухораспределитель ВРГ срабатывает и сжатый воздух из резервуара РС7 через открытые электроблокировочные клапаны КЭБ1 и КЭБ2, переключательные клапаны ПК1, ПК2 и ПК3 поступает в управляющие

полости реле давления РД1 и РД2. Далее реле давления РД1 и РД2 срабатывают и открывают проход сжатого воздуха из резервуаров РС5 и РС6 в тормозные цилиндры Ц1—Ц4. Резервуары защищены обратным клапаном КО2 от соединения с атмосферой и потери запаса сжатого воздуха при разрыве межсекционных соединений или при других нарушениях в питательной магистрали. При необходимости отключения реле давления или тележки используют разобшительные краны КрРШ1, КрРШ2, КрРШ5, КрРШ6, КН60 и КН61.

Отпуск автоматического тормоза производится повышением давления в тормозной магистрали при переводе контроллера крана машиниста во II положение, что приводит к переходу воздухораспределителя ВРГ в отпускное положение. При этом сжатый воздух из управляющей полости реле-давления РД1 и РД2 выходит в атмосферу через воздухораспределитель ВРГ, а из тормозных цилиндров — через реле-давления РД1 и РД2.

Вспомогательный тормоз применяется при следовании одиночного электровоза, маневровой работе, сжатии состава и работает следующим образом. При переводе ручки крана вспомогательного тормоза КУ в тормозное положение сжатый воздух из питательной магистрали через блок электропневматических приборов А13, магистраль вспомогательного тормоза, переключательные клапаны ПК2 и ПК3 в блоках тормозного оборудования поступает в управляющие полости реле-давления РД1 и РД2. При этом реле срабатывают и открывают проход сжатого воздуха из резервуаров РС5 и РС6 в тормозные цилиндры Ц1—Ц4. Отпуск вспомогательного тормоза производится переводом ручки крана КУ в I положение. При этом сжатый воздух из магистрали РД1, РД2, ПК3, ПК2 через кран КУ выходит, в атмосферу. В результате реле-давления РД1 и РД2 переходят в положение, соединяющее тормозные цилиндры Ц1—Ц4 с атмосферой.

Схемой предусмотрена возможность отпуска автоматического тормоза электровоза без отпуска тормозов состава. Для этого необходимо после автоматического торможения поезда нажать на кнопку ОТПУСК ТОРМОЗА. При этом получает питание электроблокировочный клапан — КЭБ2, который открывает выход сжатого воздуха в атмосферу из импульсной камеры реле давления РД1 и РД2. Далее, реле давления срабатывают и выпускают сжатый

воздух из тормозных цилиндров в атмосферу. Происходит отпуск тормоза только на электровозе. Электрической схемой предусмотрено поддержание клапана во включенном состоянии независимо от нажатия кнопки до тех пор, пока не будет отпущен тормоз состава путем повышения давления в тормозной магистрали. Восстановление давления в тормозной магистрали ведет к переходу воздухораспределителя ВРГ в режим отпуска. При этом, понижение давления в магистрали между воздухораспределителем ВРГ и клапаном КЭБ2 приводит к срабатыванию сигнализатора СД1 и снятию напряжения с клапана КЭБ2. После этого система переходит в состояние готовности торможения электровоза при приведении в действие автоматического тормоза, о чем будет свидетельствовать не горящая лампа Н5.

Если при движении электровоза в режиме рекуперативного торможения произойдет разбор электрической схемы автоматически произойдет пневматическое торможение электровоза с ограничением давления в тормозных цилиндрах в пределах $1,5 \text{ кгс/см}^2$ — $1,8 \text{ кгс/см}^2$. Торможение произойдет при подаче напряжения на вентиль электропневматический ЭПВН. При этом сжатый воздух через редуктор Ред1, переключательный клапан ПК3 попадает в реле давления РД1 и РД2 и при их срабатывании — в тормозные цилиндры Ц1—Ц4.

Учитывая, что при движении грузовых поездов воздухораспределитель электровоза может находиться в режимах пониженного давления в тормозных цилиндрах (порожний, средний) схемой предусмотрено наполнение тормозных цилиндров до полного давления по отдельной цепи при экстренном торможении, при разрыве межсекционного соединения и других неисправностях в поезде. При этом клапан К при понижении давления в тормозной магистрали до $2,5 \text{ кгс/см}^2$ открывает проход сжатого воздуха через редуктор Ред2 в тормозные цилиндры описанным выше путем.

Для отпуска тормозов при разрыве межсекционного соединения необходимо нажать кнопку ОТПУСК ТОРМОЗА и не отпускать ее. При этом подается напряжение на электроблокировочный клапан КЭБ2, воздух из тормозных цилиндров выходит в атмосферу через атмосферное отверстие КЭБ2.

При возвращении кнопки в исходное состояние давление в тормозных цилиндрах восстанавливается. После наполнения (в процес-

се отпуска краном машиниста) тормозной магистрали до давления свыше $2,5 \text{ кгс/см}^2$ и снижения давления в канале от клапана К к КЭБ2 сигнализатор давления СД2 отключает кнопку отпуска от электроблокировочного клапана КЭБ2.

Во избежание движения электровоза при не полностью выпущенном сжатом воздухе из тормозных цилиндров предусмотрена световая сигнализация на пульте машиниста об остаточном давлении (не отпуск тормоза) хотя бы в одной тележке. Сигнальная лампа горит до понижения давления в цилиндрах ниже $0,3 \pm 0,1 \text{ кгс/см}^2$. Функции датчика давления выполняют сигнализаторы SP11 и SP12.

Для обеспечения возможности подтормаживания электровоза при движении в режиме рекуперативного торможения предусмотрена допустимость совместного действия электрического и пневматического тормоза. При этом, если давление в тормозных цилиндрах превысит величину $1,4 \pm 0,1 \text{ кгс/см}^2$ электрический тормоз автоматически отключается. Функции датчика давления в этой ситуации выполняет сигнализатор SP3. Это же решение обеспечивает возможность затормозить электровоз прямодействующим тормозом при неисправностях клапанов электроблокировочных КЭБ1 и КЭБ2 в цепи автоматического тормоза.

8.7.4. Работа автоматического тормоза электровоза в режиме движения в недействующем состоянии

Для обеспечения работы автоматического тормоза электровоза в режиме движения в недействующем состоянии предусмотрена цепь наполнения питательной магистрали и запасных резервуаров РС5 и РС6 из тормозной магистрали. С целью исключения обратного перетекания сжатого воздуха — из питательной магистрали в тормозную — установлен обратный клапан КО1. Цепь отключается разобщительным краном КрРШ4. Торможение в режиме движения в недействующем состоянии происходит следующим образом. Недействующий электровоз подключается к ведущему локомотиву тормозной магистралью. Открывается кран КрРШ4 и устанавливаются остальные краны в соответствующее положение. Тормозами управляют с ведущего локомотива изменением давления в тормозной магистрали, которое ведет к срабатыванию воздухораспределителя ВРГ. Далее процесс торможения происходит описанным выше путем.

9. Организация ремонта электровоза 2ЭС5К

9.1. Виды и периодичность технического обслуживания и ремонтов

Плановые работы по техническому обслуживанию и текущим ремонтам должны включать:

- техническое обслуживание ТО-1, ТО-2, ТО-4;
- текущие ремонты ТР50, ТР250, ТР500.

Техническое обслуживание ТО-1, ТО-2 предназначаются для предупреждения появления неисправностей и поддержания электровоза в работоспособном и надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, обеспечивающем его бесперебойную, безаварийную работу, пожарную безопасность и безопасность движения.

Техническое обслуживание ТО-1 выполняется локомотивной бригадой при каждой приемке—сдаче электровоза и в процессе его эксплуатации. Объем работ при ТО-1 указан в соответствующем разделе данного пособия.

Техническое обслуживание ТО-2 проводится через 72 ч для электровозов с МОП скольжения и 120 ч для электровозов с МОП качения независимо от пробега электровоза. Обслуживание ТО-2 должно проводиться на пунктах технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ) высококвалифицированными специалистами, знающими устройство электровоза и его оборудования.

Техническое обслуживание ТО-4 применяется для обточки бандажей колесных пар без выкатки их из-под электровоза с целью поддержания оптимальной величины проката и толщины гребней.

Текущие ремонты ТР50, ТР250 предназначены для восстановления основных эксплуатационных характеристик и работоспособности электровоза в соответствующих межремонтных периодах путем ревизии, ремонта и замены отдельных частей, сборочных единиц, регулировки и испытания, а также частичной модернизации.

Текущий ремонт ТР500 предназначен для восстановления основных эксплуатационных характеристик, исправности и ресурса (срока службы) электровоза путем ремонта или замены

изношенных или поврежденных деталей и агрегатов с обязательной проверкой состояния остальных составных частей и устранением обнаруженных неисправностей, а также частичной модернизацией отдельных составных частей.

Текущие ремонты ТР50, ТР250 и ТР500 выполняются, как правило, комплексными и специализированными бригадами.

Межремонтные пробеги электровоза должны составлять для:

ТР50	50 000 км;
ТР250	250 000 км;
ТР500	500 000 км.

Оглавление

1. Назначение.....	3
2. Технические данные.....	7
3. Механическая часть электровоза	12
3.1. Рама тележки	12
3.2. Первая ступень рессорного подвешивания	17
3.3. Гидравлические гасители колебаний рессорного подвешивания	19
3.4. Маятниковая подвеска тягового электродвигателя	22
3.5. Колесная пара	23
3.6. Зубчатая передача	28
3.7. Буксовые узлы.....	31
3.8. Автосцепка СА-3.....	34
3.19. Поглощающий аппарат	39
3.10. Букса моторно-осевого подшипника	40
3.11. Кузов электровоза.....	42
4. Электрические машины	45
4.1. Общие сведения.....	45
4.2. Устройство и принцип действия машины постоянного тока	46
4.3. Обмотки якоря	53
4.4. Реакция якоря.....	58
4.5. Коммутация в машинах постоянного тока.....	66
4.6. Характеристики двигателя последовательного возбуждения	69
4.7. Пуск двигателя в работу и рабочие характеристики	70
4.8. Охлаждение электрических машин	75
4.9. Тяговые электродвигатели пульсирующего тока.....	78
4.10. Электродвигатели.....	88
5. Электрические аппараты.....	91
5.1. Токоприемник ТАС-10-01.....	91
5.2. Выключатель быстродействующий ВБ-8	97
5.3. Переключатель кулачковый двухпозиционный ПКД-01101	
5.4. Контактры пневматические и электромагнитные	105
5.5. Предохранители	113

5.6. Реле управления и защиты	118
5.7. Реле	125
5.8. Панели реле напряжения.....	135
5.9. Выключатели	142
5.10. Разъединители и переключатели типа ПН	149
5.11. Контроллер машиниста КМ-34.....	162
5.12. Вентили.....	167
5.13. Блокировки.....	171
5.14. Клапана и устройство УПН-3.....	174
5.15. Приборы звуковых сигналов.....	183
5.16. Датчик-реле давления ДЕМ-102-1-02-2.....	186
5.17. Коммутирующие элементы электрических аппаратов	189
5.18. Тяговый трансформатор и электронасос	201
5.19. Трансформаторы	207
5.20. Датчики.....	217
5.21. Дополнительная аппаратура.....	221
5.22. Нагревательные аппараты	231
5.23. Ограничители перенапряжений.....	237
5.24. Аккумуляторная батарея.....	239
6. Схема силовых цепей	241
6.1. Цепи первичные обмотки тягового трансформатора	241
6.2. Цепи вторичных обмоток тягового трансформатора и тяговых двигателей в режиме тяги.....	247
6.3. Регулировка напряжения на тяговых двигателях в режиме тяги	250
6.4. Цепи тяговых двигателей в режиме рекуперативного торможения.....	255
6.5. Регулирование тормозной силы в режиме рекуперативного торможения.....	257
6.6. Схема вспомогательных цепей и цепи вспомогательных машин	259
6.8. Цепи обогревателей, холодильника и кондиционера....	271
6.9. Цепи трансформаторов системы контроля замыканий на корпус, отключающего электромагнита главного выключателя, шкафа питания цепей управления, аппаратуры управления ВИП	277
7. Схема цепей управления.....	278
7.1. Питание цепей управления.....	278

7.2. Цепи управления токоприемниками.....	285
7.3. Цепи управления главным выключателем	299
7.4. Цепи управления быстродействующими выключателями	301
7.5. Цепи управления вспомогательными машинами	303
7.6. Цепи управления тяговыми двигателями в режиме тяги.....	312
7.7. Цепи управления тяговыми двигателями в режиме рекуперативного торможения	331
7.8. Микропроцессорная система управления и диагностики оборудованием электровоза (МСУД-Н).....	335
8. Пневматическое оборудование.....	387
8.1. Компрессор ВУ-3,5/10-1450.....	387
8.2. Кран машиниста № 395	393
8.3. Воздухораспределитель № 483.000	396
8.4. Кран машиниста с дистанционным управлением № 130	405
8.5. Кран вспомогательного тормоза № 215.....	437
8.6. Описание пневматической схемы электровоза 2ЭС5К с краном машиниста № 395	439
8.7. Описание пневматической схемы электровоза 2ЭС5К с краном машиниста № 130	451
9. Организация ремонта электровоза 2ЭС5К.....	460
9.1. Виды и периодичность технического обслуживания и ремонтов.....	460

Учебное издание

Осинцев Игорь Александрович
Логинов Александр Александрович

УСТРОЙСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОВОЗОВ
СЕРИИ 2ЭС5К

Учебное пособие

Подписано в печать 20.12.2013 г.
Формат 60х84/16. Печ. л. 29,0. Тираж 1200 экз. Заказ №776
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 ООО «М-КЕМ»
129626, г. Москва, Графский пер., д. 9, стр. 2
Тел.: (495) 933-5900,
www.a-kem.ru, e-mail: sekret@a-kem.ru



ISBN 978-5-89035-747-2



9 785890 357472