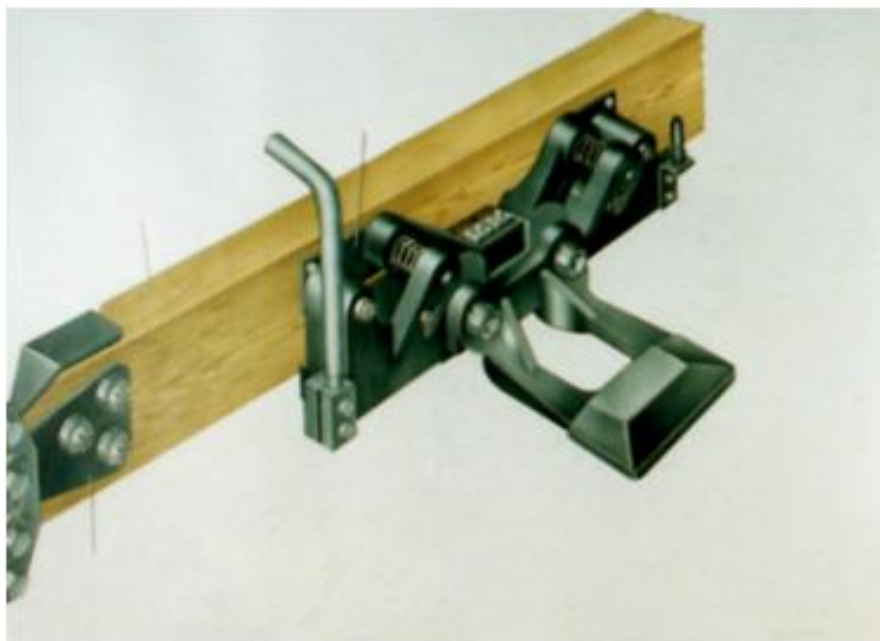


ГУП МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН
УЧЕБНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР



Электрическое оборудование
вагонов метрополитена

Учебное пособие для подготовки по профессии
"Машинист электропоездов метрополитена"

(Вагоны 81-717.5М. /714.5М)

Глава 1. Общие сведения о вагонах

Вагоны моделей 81-717.5М и 81-714.5М являются дальнейшей модификацией вагонов 81-717, 81-714. Их серийное производство освоено на Мытищинском машзаводе и на Ленинградском вагоностроительном заводе.

Вагон модели 81-717.5М имеет кабину управления и используется в качестве головного вагона; вагон модели 81-714.5М кабину управления не имеет и используется в качестве промежуточного вагона.

Указанные вагоны предназначены для перевозок пассажиров на линиях метрополитена, построенных в соответствии со СНиП11-40-80 в составах, управляемых в «одно лицо» (машинист). С этой целью головные вагоны оборудованы аппаратурой АЛС-АРС.

Вагоны рассчитаны на работу при номинальном напряжении в контактной сети 750В постоянного тока с температурой окружающего воздуха от -40°С до +40°С.

Нормальная эксплуатация вагонов обеспечивается при минимальном радиусе кривой на главных путях не менее 200 м, максимальном уклоне пути 40‰ и ширине колеи 1520 мм.

При формировании состава (минимальное число вагонов-3, максимальное-8) вагоны моделей 81-717.5М должны располагаться по концам состава. Органы управления и системы безопасности движения обеспечивают управление поездом одним машинистом из кабины головного вагона дистанционно по системе многих единиц.

Длина вагона по осям головок автосцепки- 19210 мм. Высота порожнего вагона от уровня головки ходового рельса- 3700 мм. База вагона- 12600 мм.

Основные технические характеристики вагонов приведены в таблице 1.

Отличительной особенностью вагонов типа 81-717.5М, 81-714.5М от вагонов 81-717.5, 81-714.5 является:

- повышение надежности возбуждения ТЭД при торможении за счет уменьшения величины тормозного резистора с 2,26 Ом до 2,08 Ом и применения модуля подвозбудителя, встроенного в ДРП, позволяющих сократить время возбуждения ТЭД при средних и малых (до 5 км/ч) скоростях начала электрического торможения;

- применение источника питания цепей управления ДИП-01К с уменьшенными массогабаритными показателями, меньшей трудоемкостью обслуживания и повышенной надежностью;

- реверсирование обмотки возбуждения ТЭД, позволяющее снизить напряжение на контактах реверсора при торможении с 1500 В до 50 В и исключить возможность глухого короткого замыкания на якорях ТЭД при неисправностях кулачковых элементов реверсора;

- установлены 2 диода в цепи двигателей с целью исключения контурных токов при пробое ТЭД на корпус, защита ТЭД от КЗ на линии, защита электрической схемы в тормозном режиме, увеличение быстродействия нулевого реле при проезде токоразделов.

- основное и аварийное освещение салона вагонов осуществляется светильниками типа С2-ЛЛ со встроенными преобразователями напряжения;

- использование статического преобразователя постоянного напряжения с частотным регулированием типа БПФ-300УЗ для питания комплекта фар белого света;

- использование блока стабилизации питающего напряжения и плавного пуска электродвигателя компрессора БУДК-2УЗ;

- использование регулятора тока возбуждения ТЭД нового поколения типа ДРП 300/300.

На этом типе вагонов разработана принципиально новая силовая схема, исключающая применение в переходном переключателе кулачковых элементов КЭ-46Д (ПС-1, ПС-2) и замена их на контактор ПК 163А (ЛК-2). Сокращено количество кулачковых элементов КЭ-47Д в тормозном переключателе. Уменьшено количество кулачковых элементов КЭ-47Д реостатного контроллера.

Основные технические характеристики вагонов

Таблица 1

Характеристики вагонов»	Типы вагонов	
	81-717.5М	81-714.5М
Масса - тара вагона. кг	34000	33000
Конструкционная скорость, км /ч	90	90
Среднее ускорение вагона на горизонтальном участке пути в зоне поддержания установки тока и полном поле, при нагрузке 9000 кгс, м/сек ² , не менее	1,2	1,2
Среднее замедление вагона на горизонтальном участке пути в при нагрузке 9000 кгс, при электрическом торможении со скорости 80 км/ч, м/сек ² , не менее.	1,0-1,2	1,0-1,2
Число мест для сидения.	40	44
Общая вместимость вагона при плотности размещения стоящих пассажиров 10 чел. на 1 м ² свободной площади	308	330
Общая масса сидящих и стоящих пассажиров, при плотности их размещения равной 10 чел, на 1 м ² свободной площади, кг	21.560	23.100
Освещение салона	Люминесцентное	Люминесцентное
Наличие системы АРС-АЛС	Да	Нет
Наличие системы резервного управления поездом.	Да	Да
Мощность тяговых электродвигателей, кВт	4x114	4x114
Время набора скорости до 80 км/ч при максимальной нагрузке на вагон, сек	40	40
Система оповещения и тушения пожара в вагоне	Да	Да
Система автоматического считывания номера поезда	Да	Нет

Глава 2 Электрическое оборудование

2.1 Токоприемники рельсовые ТР-3Б. ТР-7Б

2.1.1 Токоприемник рельсовый ТР-3Б

Токоприемник рельсовый предназначен для нижнего токосъема с контактного рельса при любых скоростях и любых атмосферных условиях.

Контактная пластина токоприемника скользит по нижней поверхности контактного рельса, обеспечивая надежный токосъем при работе вагона на линии.

Общий вид токоприемника представлен на рис. 1

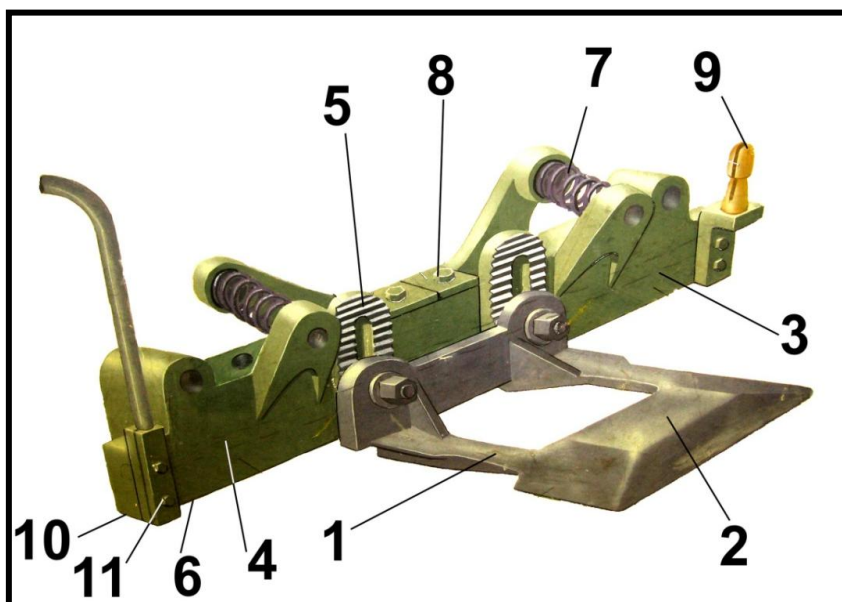


Рис.1 Токоприемник ТР-3Б
 1- башмак; 2- контактная пластина; 3,4- левый и правый кронштейн; 5- башмакодержатель; 6- соединительная пластина; 7- две пружины; 8- два шунта; 9- палец для удочки; 10- валик ;11- узел крепления кабеля ТР

Токоприемник монтируется на текстолитовом бруске, который является изолятором. Всего на вагоне четыре токоприемника, крепятся болтами по два с каждой стороны вагона к приливам букс колесных пар.

При различной толщине текстолитового и деревянного брусков (соответственно 50 мм и 75 мм), их взаимозаменяемость обеспечена полностью.

Держатель башмака с левым и правым кронштейнами связан валиком. Поэтому держатель башмака может поворачиваться по валику.

Левый и правый кронштейны соединены друг с другом стальной соединительной пластиной, расположенной снизу. Поверхности соприкосновения держателя башмака с башмаком имеют гребенку для регулировки высоты подвески башмака над уровнем головки ходового рельса. В нижней части башмака имеются контрольные лунки для определения степени износа контактной пластины. Скосы контактной пластины обеспечивают плавность входа башмака ТР под контактный рельс.

В верхней части держателя башмака имеются приливы с гнездами для установки в них пружин, каждая из которых другим концом упирается в гнезда левого и правого кронштейна. Пружины токоприемника удерживают башмак в верхнем положении и создают необходимое контактное нажатие башмака на контактный рельс.

На правом кронштейне установлен контактный палец, на который одевается «удочка», для подачи высокого напряжения на вагон в условиях депо. На левом кронштейне установлено зажимное устройство с предохранением для крепления наконечника силового кабеля ТР.

Держатель башмака соединен двумя гибкими медными шунтами с соединительной пластиной кронштейнов, чтобы ток не шел по осевому соединению.

Ток от пальца ТР поступает на башмак, держатель башмака, шунты, соединительную пластину, связывающую кронштейны и на силовой кабель ТР.

Для отжатия башмака ТР от контактного рельса в левом кронштейне имеется отверстие, куда вставляется штифт, фиксирующий башмак в крайнем нижнем положении.

Технические данные

1. Высота рабочей поверхности башмака от уровня головки ходового рельса:
в верхнем положении, мм -185 +5;
в опущенном положении при вставленном штифте, мм, не более -140;
2. Нажатие башмака на контактный рельс
в рабочем положении, кГс, не менее -16-22;
3. Высота башмака в рабочей части с накладкой, мм, не менее -15;
4. Обрыв жил шунта, % не более -10.

Раскладка силового кабеля токоприемника представлена на рис.2.

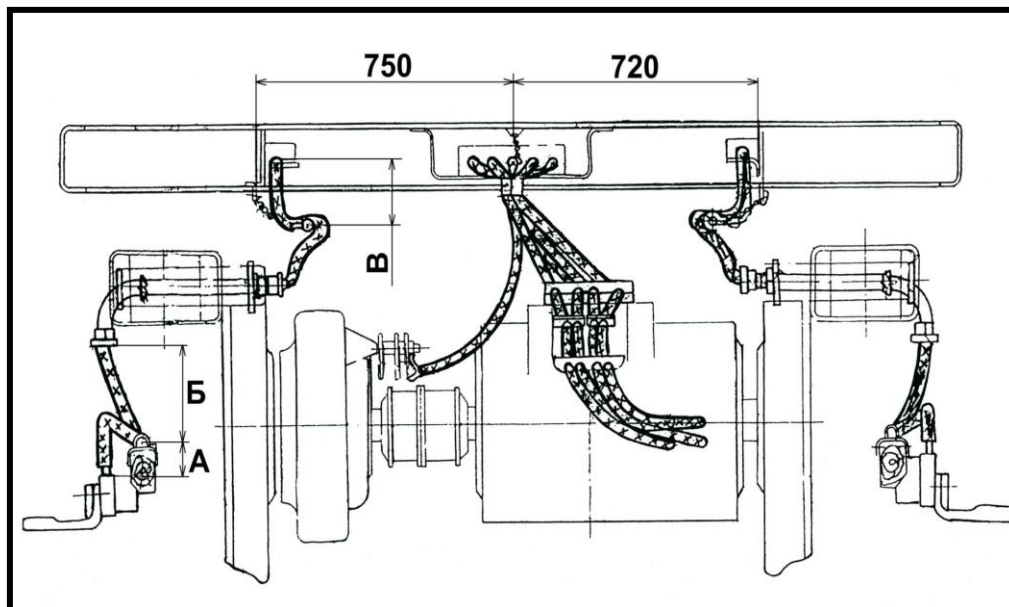
Общая длина кабеля ТР – 2600 мм.

Участок А – 340 мм., размер от наконечника кабеля ТР до хомута крепления на бруске.

Участок Б – 490 мм, размер от хомута крепления на бруске до входа в конduit.

Участок В – 440 мм, размер от хомута крючка подвески до муфты соединительной.

Рис.2 Раскладка кабеля токоприемника



2.1.2 Токоприемник рельсовый ТР-7Б

Токоприемник рельсовый ТР-7Б с пневматическим приводом предназначен для нижнего токосяема с контактного рельса при любых скоростях и атмосферных условиях.

Общий вид токоприемника ТР-7Б представлен на рис.3.

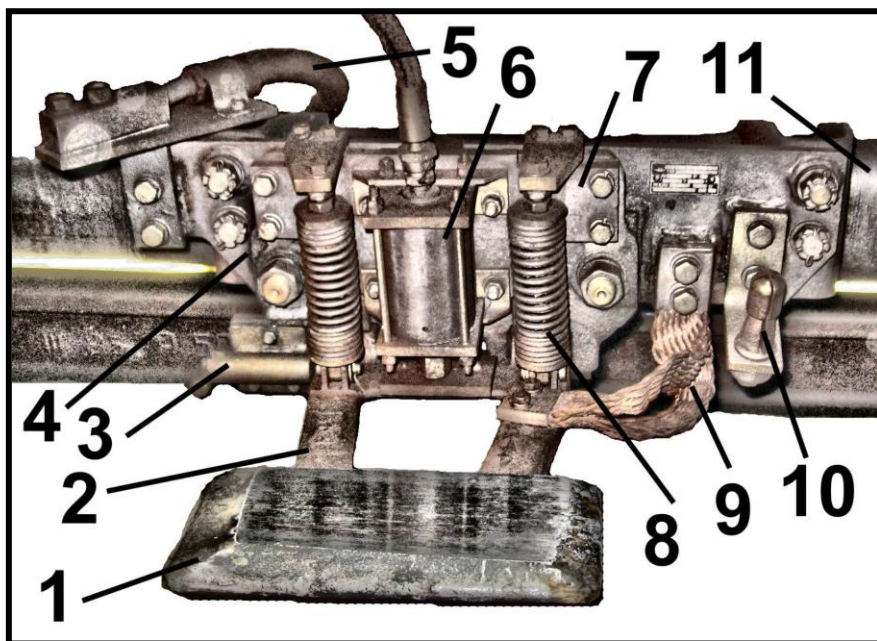
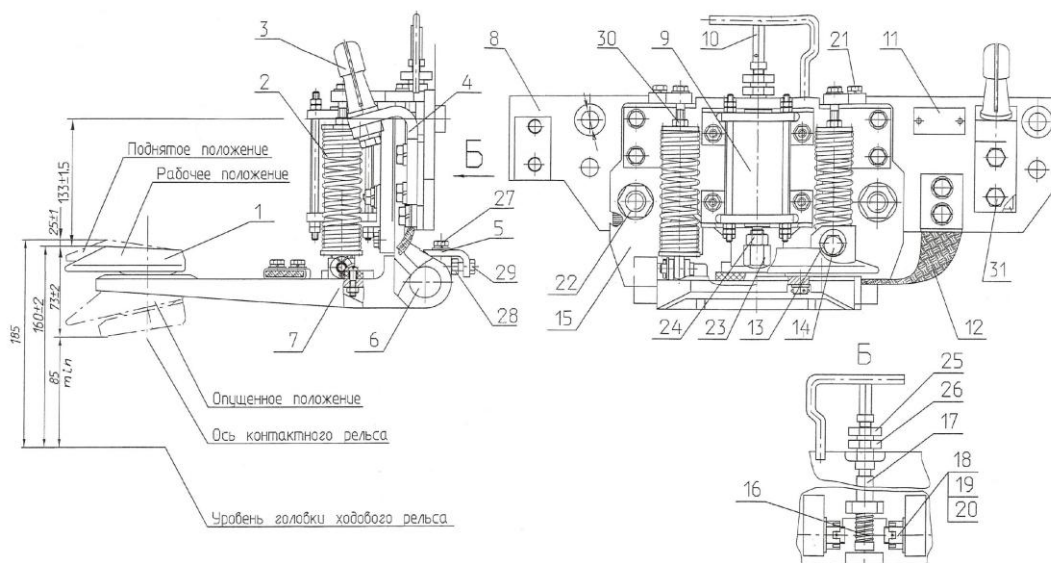


Рис. 3.
Токоприемник ТР-7Б
1- башмак; 2- рычаг; 3- ручка фиксации башмака; 4- основание; 5- узел крепления кабеля ТР; 6- пневматический привод; 7- кронштейн; 8- пружина; 9- шунт; 10- палец для «удочки»; 11- брус

Технические данные

1. Напряжение номинальное, В	-750;
2. Ток номинальный, А	-400;
3. Давление башмака в рабочем положении, кгс	-12-14;
4. Номинальное давление воздуха в пневмоцилиндре, кгс/см ²	-5,0;
5. Минимальное давление воздуха при срабатывании, кгс/см ²	-3,5;
6. Диаметр пневмоцилиндра, мм	-58;
7. Ход поршня пневмоцилиндра, мм	-25;
8. Масса токоприемника, кг	-25.

Рис.4 Токоприемник ТР-7Б



- 1- башмак; 2-пружина; 3- вилка; 4- кронштейн; 5- угольник; 6-ось; 7-рычаг; 8- основание; 9-привод пневматический; 10-рукоятка; 11-табличка; 12-кабель; 13-эксцентрик; 14- болт; 15-кронштейн; 16-пружина; 17-вал; 18-гайка; 19-шайба; 20-шплинт; 21-болт; 22-гайка; 23-пятя; 24-гайка; 25-втулка; 26-гайка; 27-болт; 28-гайка; 29-болт; 30-гайка; 31-болт

Представляет собой металлический сварной короб (1), в котором на изоляционной панели (3) смонтировано клеммовое устройство (5,6) для зажима наконечников подходящих проводов (4). Коробка закрывается металлической крышкой (2) с уплотняющей резиновой прокладкой. Крышка крепится «барашковыми» зажимами.

Коробка соединительная СК-43Б крепится к раме вагона слева.

2.3 Коробка соединительная СК-25Ж

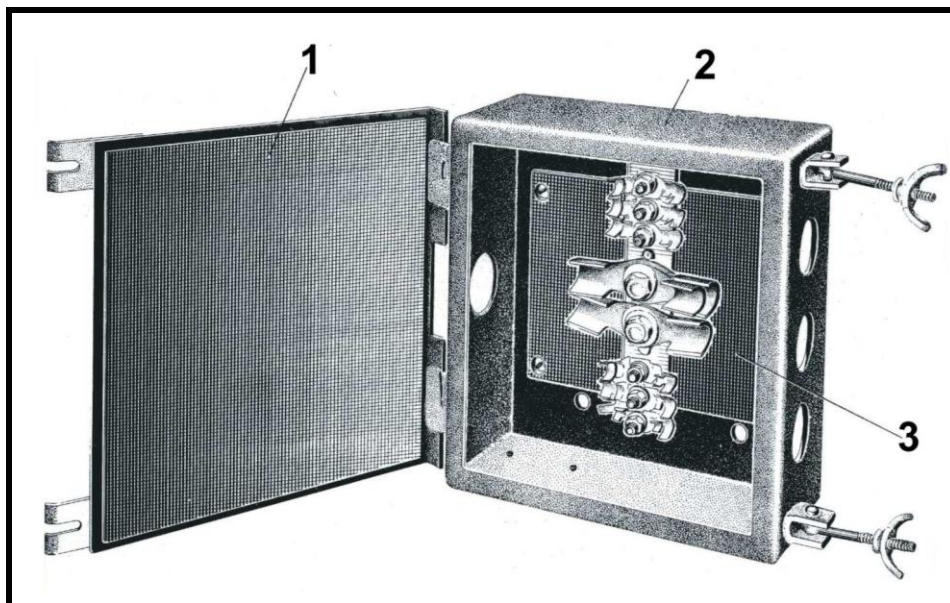


Рис.7 Коробка соединительная СК-25Ж.

Коробка соединительная, общий вид которой представлен на рис.7, предназначена для соединения проводов силовой цепи, вспомогательной и цепи управления, подлежащих заземлению.

Представляет собой металлический сварной короб (2), в котором на изоляционной панели (3) установлена стальная контактная планка и к этой планке крепятся все наконечники проводов, подлежащих заземлению. Коробка закрывается металлической крышкой (1) с уплотняющей резиновой прокладкой.

Для надежного «заземления» всех цепей вагона и исключения точек, связанных с перетеканием тяговых токов по кузову, обе коробки СК-25Ж соединены между собой кабелем.

Крышка крепится барашковыми зажимами.

Всего на вагоне две СК-25Ж. Крепятся к раме с левой стороны вагона около первой и второй тележки.

2.4 Коробки соединительные СК1 и СК2

Коробки соединительные СК1 и СК2 предназначены для создания цепей поездных и вагонных проводов вместе с проводами ЭКК вагона.

Общий вид клеммовой рейки представлен на рис.8.

Коробки СК1 и СК2 (рис.9) состоят из набора клеммовых реек из не горючих материалов (1) со шпильками (2), к которым крепятся наконечники подходящих проводов.

Клеммовые рейки крепятся в металлическом коробе, который закрывается металлической крышкой при помощи болтов.

Коробка СК1 является признаком головной части вагона (головного и промежуточного) и в ней подключаются все провода цепей, участвующих в формировании команд от контроллера КВ-70, выключателей и кнопок пульта управления; в этой же коробке СК1 на всех вагонах подключаются вагонные провода и провода от ЭКК.

Коробка СК1 крепится к раме головной части вагона справа.

В коробке СК2 подключаются только провода, идущие от СК1 и провода ЭКК «хвостовой» части вагона.

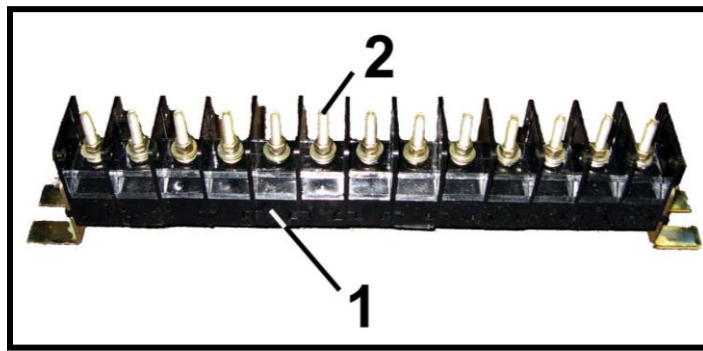


Рис.8 Общий вид клеммовой рейки

Коробка СК2 крепится к раме «хвостовой» части вагона справа.

При формировании поезда из вагонов, расположенных кабинами в разные стороны, именно между коробками СК1 и СК2 производится перекрещивание поездных проводов (4-й и 5-й, 31-й и 32-й); второе перекрещивание цепей проводится в сочлененных ЭКК двух смежных вагонов.

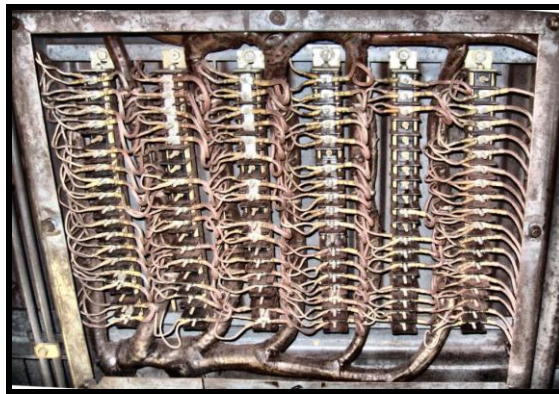


Рис.9 Общий вид соединительной коробки СК-1, СК-2

2.5 Коробка соединительная КС-717

Коробка соединительная КС-717 предназначена для соединения выводных концов тяговых двигателей с проводами, идущими к аппаратам силовой цепи. Общий вид коробки КС-717 представлен на рис.10.

Коробка соединительная КС-717 состоит из металлического поддона (1) и крышки. На поддоне закреплены пять опорных фарфоровых изоляторов (3) с контактными планками, к которым крепятся болтами наконечники подходящих проводов силовой цепи.

Для исключения нарушения изоляции в месте ввода в коробку (2) на провода надевается защитная муфта.

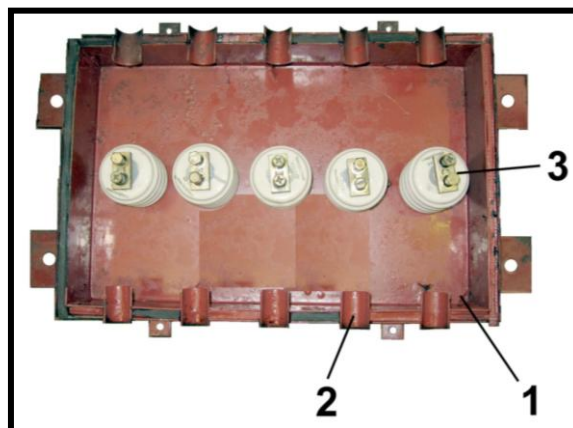


Рис.10 Коробка соединительная КС-717

2.6 Ящик с предохранителями ЯП-57Д

В ящике с предохранителями ЯП-57Д установлен главный предохранитель ПП-36 и предохранитель вспомогательных цепей ПП-28.

Главный предохранитель предназначен для защиты силовой цепи на моторном режиме от перегрузок и токов короткого замыкания.

Главный предохранитель ПП-36, рассчитан на номинальный ток 500А. Представляет собой прямоугольный фарфоровый корпус, между клеммами которого установлены калиброванные пластины. Вся внутренняя полость заполнена кварцевым песком. При сгорании пластин возникшая дуга гасится песком.

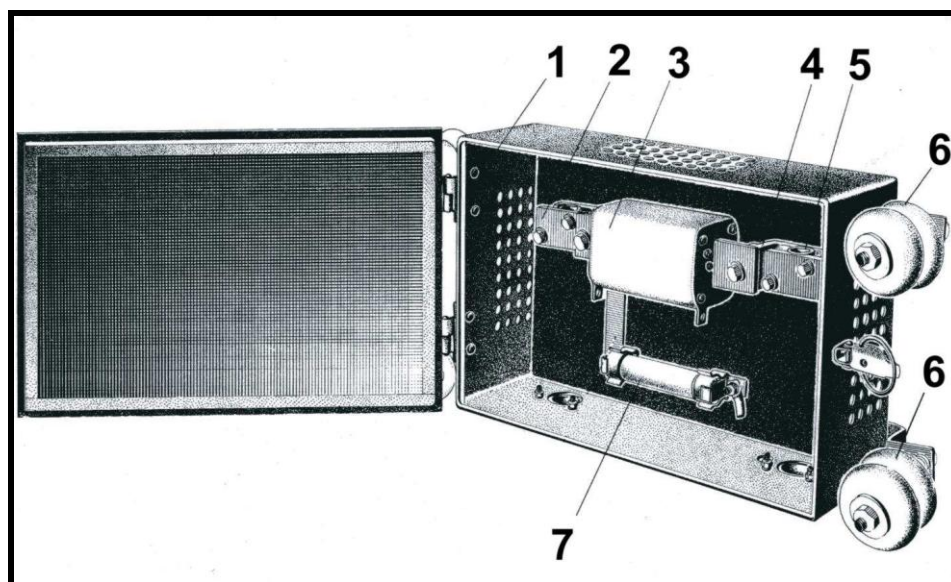


Рис.11 Ящик ЯП-57Д

Внешний вид ящика ЯП-57Д представлен на рис.11. Ящик представляет собой металлический сварной короб (1) где на изоляционной панели смонтировано клеммовое устройство (2,4) для зажима самого предохранителя (3) и наконечников подходящих проводов (5).

В реальной тяговой цепи главный предохранитель должен отключать токи: до 10000А при индуктивности не более 6,5 мГн в режиме одностороннего питания линии; до 20000А при индуктивности не более 2,5 мГн в режиме двухстороннего питания линии и расположении поезда в середине между тяговыми подстанциями; до 40000А при индуктивности не более 0,5 мГн при двухстороннем питании линии и расположении поезда рядом с тяговой подстанцией.

В этом же ящике на панели крепится предохранитель типа ПП-28 на 40А (7), предназначенный для защиты высоковольтной вспомогательной цепи от перегрузок и токов короткого замыкания.

Предохранитель ПП-28 состоит из фарфоровой трубки, заполненной кварцевым песком, внутри которой находится плавкая вставка.

Электрическое сопротивление предохранителей должно находиться в пределах:

для ПП-36 $-(250-310) \cdot 10^{-6}$ Ом,

для ПП-28 $-(4,0-5,5) \cdot 10^{-3}$ Ом.

Чтобы надежно отключать указанные контурные токи во всех режимах питания, длина предохранителей ПП-36 увеличена по сравнению с длиной предохранителя ПНБ-5 на 20 мм. Увеличение длины предохранителя увеличивает его разрывную мощность, что подтверждено многочисленными испытаниями.

Общий вид предохранителя ПП-36 представлен на рис.12.

Необходимо отметить, что вспомогательный предохранитель ПП-28 на 40А подключен непосредственно к токоприемникам и при указанных контурных токах предохранитель надежно отсекает токи в пределах допускаемой его объемом мощности (200-250А).

Аппарат (рис.11) подвешен к раме вагона на изоляторах (6) слева. Над ящиком установлен резиновый козырек, защищающий аппарат от попадания влаги.



Рис.12 Предохранитель ПП-36

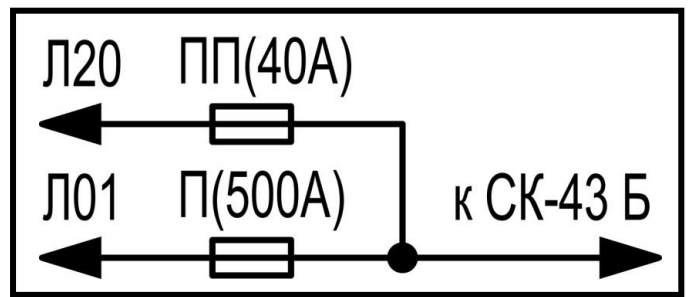


Рис.13 Электромонтажная схема ящика ЯП-57Д

2.7 Ящик с предохранителями ЯП-60А

В ящике размещаются три предохранителя типа ПП-28, которые предназначены для защиты высоковольтных цепей напряжения контактной сети.

Размещение и электрическое подключение предохранителей в ящике ЯП-60А показано на рис.14.

В металлическом ящике с откидной крышкой на панели закреплены шесть контактных стоек (2) с установленными в них тремя предохранителями (3) типа ПП-28. Нижние контактные стойки соединены между собой металлической шиной (4). К верхним и нижним контактным стойкам крепятся провода. Ввод проводов осуществляется через колодку (5) и отверстие в ящике.

Сопротивление предохранителей: 30А- $(6,4 \pm 1,1) \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$
 10А- $(31,5 \pm 6,5) \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$

При токах, создающих условия выхода из строя электрооборудования вагонов и при возникновении токов короткого замыкания, плавится вставка предохранителя и происходит отключение цепи от источника тока.

Номинальные параметры предохранителей и их назначение приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип предохранителя	Параметры предохранителя	Обозначение по схеме	Назначение предохранителя
ПП-28	750В, 30А	П4	Защищает цепь ДИП, ББЭ
ПП-28	750В, 10А	П2	Защищает цепь МК
ПП-28	750В, 10А	П10	Защищает цепь НР, КВ, печи

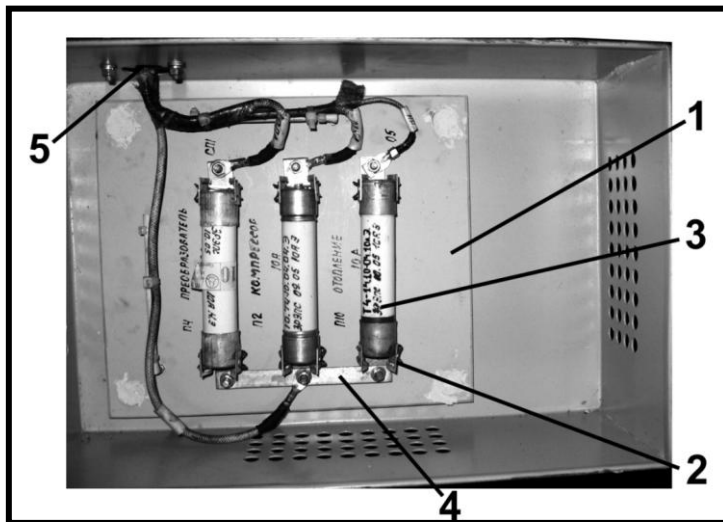


Рис.14 Ящик ЯП-60А

Ящик подвешен к раме вагона на изоляторах слева. Над ящиком установлен резиновый козырек, защищающий аппарат от попадания влаги.

2.8 Заземляющее устройство ЗУМ-1

Устройство заземляющее предназначено для отвода силового тока через ось на ходовой рельс путем нажатия щеток на кольцо оси колесной пары.

Общий вид токоотвода ЗУМ представлен на рис.15.

ЗУМ состоит из:

- двух щеткодержателей (2), соединенных между собой;
- двух щеток с шунтами (1);
- двух пружин (5).

Подвод тока осуществляется по проводу через болт и кабельный наконечник (3), закрепленный на скобе. Нажатие щеток на ось колесной пары регулируется пружинами.

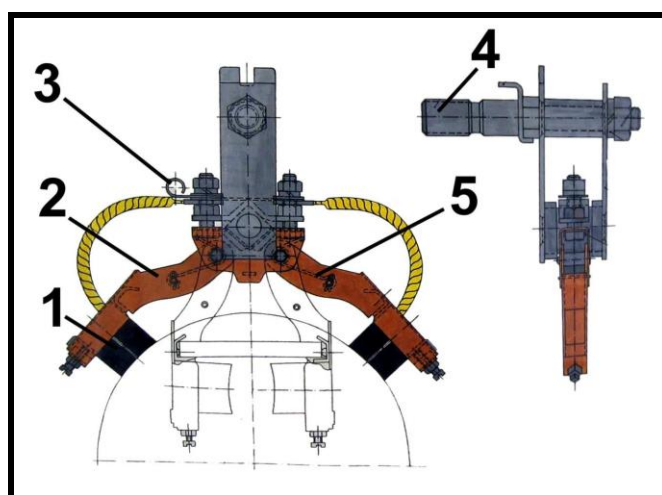


Рис.15 ЗУМ-1

ЗУМ устанавливается под вагоном на корпусе каждого редуктора колесной пары с помощью шпильки (4) (см. рис.15,16).



Рис.16 Расположение ЗУМ-1 на корпусе редуктора

Технические данные

1. Ток длительный, А	-100;
2. Нажатие щетки, кГс	-1,0-1,6;
3. Высота щетки не менее, мм	-30;
4. Масса, кг	-1,9.

2.9 Однополюсный разъединитель ГВ-10Ж

Главный разъединитель предназначен для ручного подключения силовой цепи вагона к токоприемникам.

Главный разъединитель представлен на рис.17.

Включение и отключение разъединителя осуществляется реверсивной рукояткой контроллера машиниста, которая может быть вставлена или вынута только на фиксированном положении разъединителя «Вкл» или «Выкл».

Главный разъединитель смонтирован в металлическом ящике с откидной верхней крышкой. На изоляционной панели (1) установлены два зажима (2,3) для крепления наконечников силовых проводов.

В верхнем зажиме (2) крепится неподвижный контакт – металлическая стойка, соединенная проводом с токоприемником.

Подвижным контактом является нож (4), состоящий из двух медных пластин, шарнирно связанный с нижним зажимом. Во включенном положении пластины ножа обхватывают с обеих сторон контактную стойку (10). Для обеспечения надежного контакта между стойкой и ножом на ноже установлены пружинящие шайбы с пластинами, стянутые болтом.

Переключение ножа из одного положения в другое осуществляется при помощи ручного привода, состоящего из вала (5), изоляционной планки (6) и П-образной скобы (7). При повороте вала вращение через изоляционную планку передается на П-образную скобу, обхватывающую нож с обеих сторон, которая поворачивает нож и происходит замыкание или размыкание разъединителя.

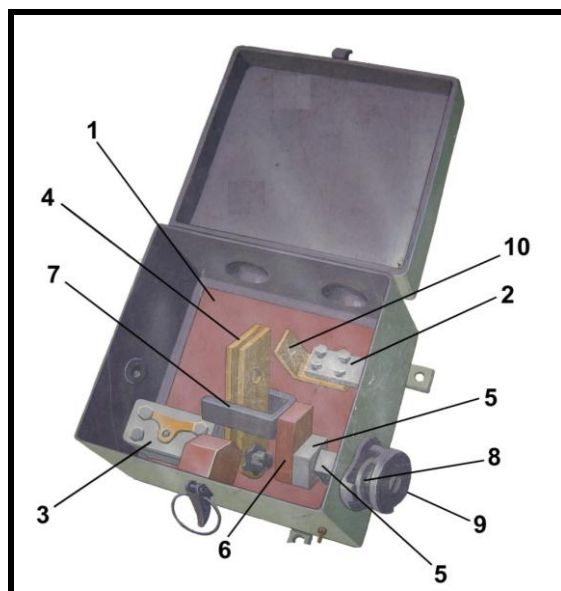


Рис.17 ГВ-10Ж

На конце валика, выходящего за стенку ящика, имеется паз (8), куда вставляется реверсивная рукоятка КВ. Паз закрывается предохранительным колпаком (9), который не дает возможность вставить и вынуть реверсивную рукоятку КВ, если нож полностью не включен или не выключен.

Технические данные

1. Зазор между ножом и скобой, мм	-1-2;
2. Выработка контактной стойки в местах соприкосновения ножей, мм, не более	-0.3;
3. Величина усилия на выключение ножа, кгс	-12-13;
4. Величина длительного тока, А	-400.
5. Масса, не более, кг	-10,8

Аппарат подвешен к раме вагона слева на трех ушках не изолированно, для обеспечения безопасности локомотивной бригады при включении и отключении разъединителя. Корпус аппарата соединен проводом с корпусом вагона.

Над ящиком ГВ-10Ж к раме кузова крепится резиновый козырек для исключения попадания влаги внутрь аппарата.

2.10 Резисторы

По своему назначению резисторы подразделяются на: пуско-тормозные, ослабления поля, демпферные и добавочные.

2.10.1 Ящик с резисторами КФ-47А-6

Комплект пуско-тормозных резисторов КФ-47А-6 включен последовательно в цепь тяговых электрических двигателей (ТЭД) и предназначен для ограничения тока в силовой цепи при пусковом и тормозном режимах.

Одни и те же резисторы используются как в режиме тяги, так и в режиме электрического реостатного торможения, поэтому они называются пуско-тормозными резисторами.

Один из ящиков с резисторами, входящих в комплект, представлен на рис.18.

Комплект пуско – тормозных резисторов состоит из 8 ящиков, в которых установлены по 8 элементов типа КФ(1). Элемент представляет собой спираль из фехральной ленты (сплав железа, хрома и алюминия), намотанной на ребро на специальные фарфоровые изоляторы, установленные на держателе из листовой стали.

Фехральевые резисторы отличаются высокой механической прочностью и допускают значительные нагревы до 600 град. В эксплуатации обычно не допускают перегрев свыше 450 град. по соображению пожарной безопасности и сохранности окраски оборудования, находящегося вблизи резисторов. В тепловом отношении фехральевые резисторы отличаются более высокой теплоотдачей. Большим преимуществом фехраля является меньшее изменение его сопротивления при нагреве.

По концам фехральной спирали припаиваются плоские медные выводы с отверстиями под болты(2). Элементы в ящике располагаются по два в горизонтальном ряду и по четыре в вертикальном ряду и укрепляются на изолированных шпильках(3). Шпильки крепятся к металлическим стойкам (7) гайками. Между собой и от стоек элементы изолированы фарфоровыми изоляторами (4) с асбестовыми прокладками. Расстояние между двумя соседними элементами на шпильке фиксируется металлическими втулками (5).

Между собой элементы в ящике соединены медными горизонтальными и вертикальными перемычками (6) и горизонтальными стальными скобами согласно монтажной схеме.

Наконечники подходящих проводов закреплены болтами на выводах. Общее сопротивление всех элементов составляет 4,176 Ом.

Данные ступеней пуско-тормозных резисторов приведены в табл.3

Указанные в таблице 3 ступени являются в основном проходными, т.к. за время вращения РК они кратковременно находятся под током и не успевают нагреваться, и температура этих ступеней, как правило, не превышает установленных 450°С.

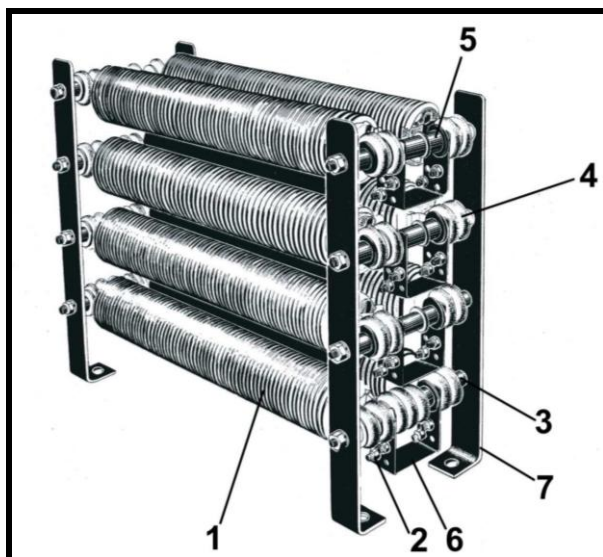


Рис. 18 Ящик КФ-47А-6

Следует обращать внимание на ступени Л8-Л13 и Р10-Р42, которые работают только на тормозном режиме. Температура указанных резисторов при токах подтормаживания, может достигать значительных величин 500-600°С. Все ящики с пуско-тормозными резисторами установлены под вагоном на изоляторах. Между этими ящиками и кузовом расположены защитные тепловые экраны, исключающие перегрев элементов оборудования вагона.

Таблица 3

Ступень	Сопротивление, Ом	Ступень	Сопротивление, Ом
Р17-Р20	0,149	Р9-Р8	0,126
Р20-Р25	0,189	Р8-Р7	0,199
Р25-Р21	0,246	Р7-Р1	0,246
Р21-Р22	0,199	Р1-Р4	0,189
Р22-Р23	0,126	Р4-Р3	0,149
Р13-Р11	0,492	Л13-Л8	0,294
Р11-Р12	0,738	Р10-Р42	3,900
Р12-Р9	1,128		

2.10.2 Ящик с резисторами КФ-50А

Ящик с резисторами КФ-50А предназначен для ослабления магнитного поля обмоток возбуждения ТЭД методом шунтировки. Резисторы, соединенные последовательно с обмоткой индуктивного шунта, подключаются параллельно обмоткам возбуждения групп ТЭД.

Комплект КФ 50А состоит из одного ящика, в котором установлено два элемента типа КФ, имеющие несколько выводов, приваренных к элементам. По конструкции ящик аналогичен КФ – 47А.

В цепь ослабления поля установлено по два резистора величиной 0,194Ом с отпайками для реализации четырех ступеней ослабления поля в каждой группе ТЭД.

Регулирование магнитного поля обмоток возбуждения ТЭД происходит путем выведения кулачковыми элементами РК ступеней резистора ослабления поля, уменьшая величину его сопротивления.

Электромонтажная схема ящиков КФ-47А и КФ-50А представлена на рис.19.

Комплект КФ – 47А, КФ – 50А подвешен к раме вагона на изоляторах слева.

Данные ступеней резисторов ослабления поля приведены в таблице 4.

Таблица 4

Ступень	Сопротивление, Ом	Ступень	Сопротивление, Ом
P28–P29	0,007	P35–Л18	0,007
P29–P30	0,014	P36–P35	0,014
P30–P31	0,028	P37–P36	0,028
P31–Л6	0,063	Л74–P37	0,063

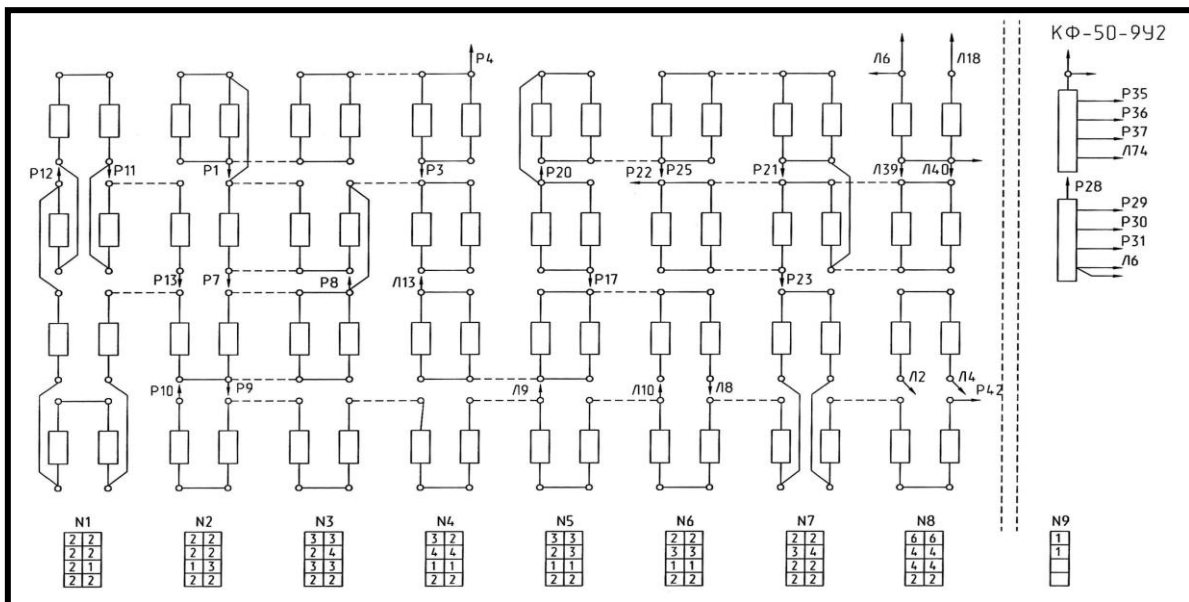


Рис. 19 Электромонтажная схема ящиков КФ-47А и КФ-50А

2.10.3 Блок ограничивающих резисторов БОР-4

Аппарат состоит из металлического ящика, в котором установлены восемь элементов типа КФ, два из которых, соединенные последовательно, включены в вспомогательную цепь напряжения контактной сети и предназначены для ограничения тока короткого замыкания (общее сопротивление 3,84 Ом), и шесть резисторов, соединенные также последовательно включены в цепь электродвигателя моторкомпрессора, ограничивающих пусковой ток и ток короткого замыкания в цепи моторкомпрессора (общее сопротивление - 19,62 Ом).

Аппарат по конструкции аналогичен КФ-47А., закрыт металлическим кожухом с отверстиями для самовентиляции.

Электромонтажная схема блока представлена на рис.20.

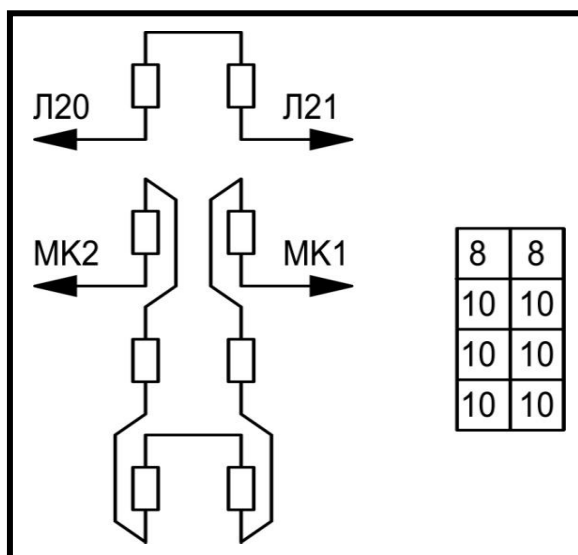


Рис.20....Электромонтажная схема ящика БОР-4

Технические данные

- | | |
|--|---------|
| 1. Сопротивление резисторов в цепи Л20-Л21, Ом | -3,84; |
| 2. Сопротивление резисторов в цепи МК1-МК2, Ом | -19,62; |
| 3. Номинальное напряжение, В | -750; |
| 4. Масса, кг | -52. |

Ящик подвешен к раме вагона на изоляторах слева.

2.10.4 Ящик с резисторами ЯС-44Г

Ящик с резисторами ЯС-44Г и блок с резисторами ПС-82 предназначен для размещения в них добавочных резисторов, применяемых в «низковольтных» цепях управления вагонов и вспомогательного оборудования.

Добавочные резисторы включены в «низковольтные» вспомогательные цепи, цепи управления и предназначены для уменьшения величины напряжения, подаваемого на сигнальную лампу, катушки реле и контакторов.

Применяются резисторы типа ПЭ, ПЭВ, ПЭВР на 75 и 150 Вт.

Резисторы изготавливают из константановой проволоки, намотанной на талько-шамотные цилиндры. Проволока припаивается к держателям. Держатели крепятся при помощи фарфоровых втулок, стянутых стержнем и гайкой. Для защиты проволоки от повреждений и замыкания витков между собой трубку покрывают стеклоэмалью. На корпусе каждого резистора указана величина его сопротивления. Добавочные резисторы установлены в ящиках ЯС-44Г и в блоке ПС-82, изображенных на рис.21 и на рис.102.

Аппарат ЯС-44Г состоит из металлического ящика (4), в котором на изоляционной панели крепятся добавочные резисторы (1) типа ПЭ на 150 и 75 Вт. Между собой резисторы соединяются медными шинами (3). Ввод проводов осуществляется через сальники (5) в корпусе ящика. Ящик закрывается металлической крышкой.

Ящик ЯС-44Г подвешен к раме вагона на изоляторах (2) слева около первой колесной пары.

Величины сопротивлений резисторов в ящике ЯС-44Г указаны в таблице 5, электромонтажная схема представлена на рис.22.

В ящике ЯС-44Г установлены резисторы, которые используются в цепи нулевого реле в качестве балласта и цепи тиристорного регулятора РТ300/300 в качестве делителя напряжения.

Таблица 5

Обозначение ступени	СП1-НР1	Л44-Л43	Л45-Л43	Л25-Л42	Л28-Л42	Л6-Л42	Л42-Л43	Л43-Л81
Сопротивление, Ом	4800 ПЭ75	270 ПЭ75	270 ПЭ75	270 ПЭ75	270 ПЭ75	300 ПЭ150	660 ПЭ150	300 ПЭ150

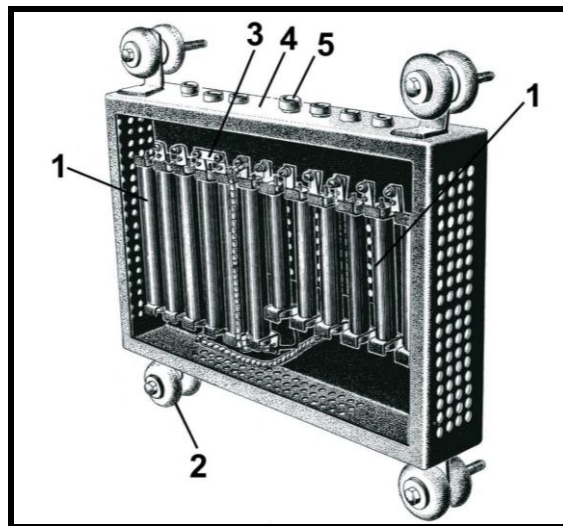


Рис. 21 Ящик ЯС-44Г.

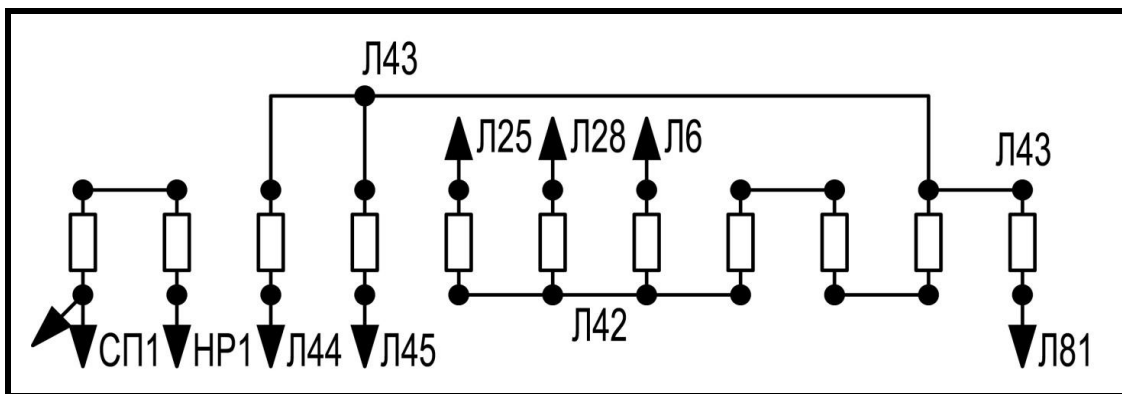


Рис.22...Электромонтажная схема ЯС-44Г

2.11 Индуктивный шунт ИШ-15А

Индуктивный шунт предназначен для шунтирования совместно с активным сопротивлением обмоток возбуждения групп двигателей, для обеспечения одинаковой скорости изменения тока якорей и обмоток возбуждения при всплесках напряжения.

Индуктивный шунт представлен на рис.23.

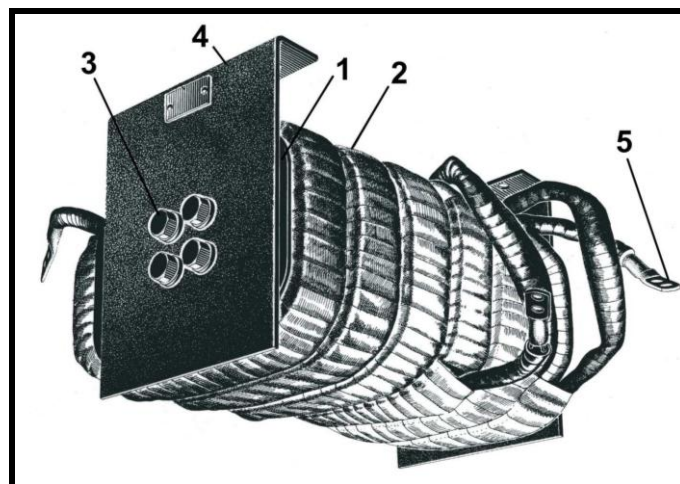


Рис.23 Индуктивный шунт ИШ-15А

Состоит из стального сердечника (1), на который намотаны шесть катушек (2) из шинной меди. Катушки соединены в две группы, в каждой группе по три последовательно. Сердечник крепится болтами (3) к

боковинам (4). Шунт имеет четыре вывода (5), к которым крепятся болтами силовые провода, а место соединения надежно изолируется лакотканью.

Индуктивность шунта близка к индуктивности обмоток возбуждения. При ослаблении магнитного поля двигателей методом шунтировки создается замкнутый контур, в который включены катушки главных полюсов, обладающие большой индуктивностью.

Индуктивный шунт во время движения вагона на моторном режиме с ослабленным полем предотвращает прохождение больших токов через якоря двигателей во время кратковременного отрыва токоприемника вагона от контактного рельса.

При отсутствии индуктивного шунта отрыв токоприемника от контактного рельса сопровождается следующими явлениями: до отрыва токоприемника от контактного рельса, ток, пройдя якорь ТЭД, разветвляется и частично проходит по обмоткам главных полюсов и частично по шунтирующему резистору. При отрыве токоприемника сначала исчезает ток в обмотке якоря а затем в обмотках главных полюсов. Как только токоприемник снова коснется контактного рельса, ток в первый момент вследствие большого индуктивного сопротивления главных полюсов пойдет через якорь и шунтирующий резистор в «землю». Противо-ЭДС якоря из-за отсутствия тока, а следовательно и магнитного потока главных полюсов будет ничтожно мала, и ток, проходящий через якорь и шунтирующий резистор, может достигнуть опасной для двигателя величины. Чаще всего приводит к возникновению «кругового огня» по коллектору.

Индуктивный шунт, включенный последовательно с резистором ослабления поля, имеет значительную самоиндукцию, поэтому обе параллельно включенные цепи одинаково сопротивляются нарастанию тока и между ними не происходит недопустимого перераспределения нагрузки, а следовательно, и дополнительного ослабления магнитного потока тягового двигателя.

Технические данные

1. Номинальное напряжение, В-	-750;
2. Длительный ток, А	-160;
3. Сопротивление при 20° С, Ом	-0,0038;
4. Масса аппарата, не более, кг	-135;
5. Число катушек, шт	-6.

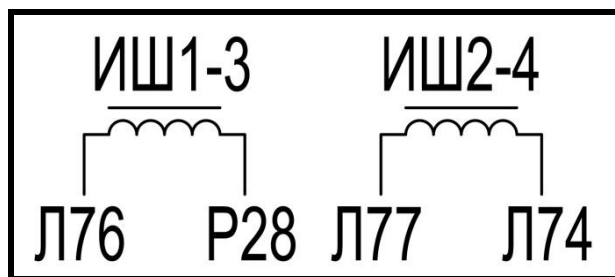


Рис.24 Электромонтажная схема ИШ-15А-

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах посередине около второй колесной пары.

2.12 Контактторы

В процессе работы вагонов в электрических цепях происходит большое количество различных переключений аппаратами ЛК-761, ПР-772, ЭКГ-39Б, ПКГ-761Д, ЯК-37Е. Эти переключения необходимы для осуществления процесса пуска, регулирования скорости, установлению необходимого режима работы электрооборудования.

Переключения схемы разными аппаратами изменяют построение электрической цепи- создают последовательное, последовательно-параллельное включение ТЭД, режим ослабления поля, перевод схемы в тормозной режим.

Переключение электрических цепей в основном осуществляется контакторами, являющимися основными коммутирующими аппаратами. При помощи контакторов реализуется дистанционное управление электрооборудованием.

Различают контакторы с индивидуальным приводом (электропневматические и электромагнитные) и контакторы, установленные в аппаратах с двух и многопозиционным приводом (кулачковые контакторы).

Ниже рассмотрены конструкции основных аппаратов и их элементов.

2.12.1 Электропневматические контакторы ПК-162А, ПК-163А

Электропневматические контакторы предназначены для подключения тяговых двигателей к контактному рельсу на ходовом режиме и для образования тормозного контура, с отключением ТЭД от контактного рельса на тормозном режиме. Имея дугогасительную камеру, они могут разрывать силовые электрические цепи с нормальным током, так и при коротком замыкании по команде реле перегрузки.

Контактор (рис.25) состоит из: изолированного стального стержня (1), на котором крепится подвижный (5) и неподвижный (4) контакт с дугогасительной катушкой (3). Держатель подвижного контакта (13), удерживаемый пружиной, поворачивается на оси относительно рычага, осуществляя притирание контактов. Ось тяги (7) сцепляет подвижный контакт с пневматическим приводом, который состоит из цилиндра (11) и штока с поршнем (9). Поршень имеет уплотнение из кожаных манжет (10). Внутри цилиндра расположена пружина, которая давит на поршень, вызывая отключение контактора, если в цилиндре нет воздуха. Цилиндр трубопроводом связан с электропневматическим вентилем включающего типа. Шток перемещает тягу (7) и направляющую скобу, которая удерживает колодку блокировочных контактов (8).

Контактор ПК-163А, в отличие от контактора ПК-162А, имеет полностью изолированный стальной стержень (в контакторе ПК-162А стальной стержень по краям не изолирован) и видоизмененную дугогасительную камеру, вследствие чего коммутационная способность контактора ПК-163А составляет 3000А, вместо 1500А у контактора ПК-162А.

При отключении контактора возникает дуга, для гашения которой используется дугогасительная камера (2). Она состоит из асбоцементных стенок со стальными полюсами.

Под действием магнитного потока дугогасительной катушки, дуга перемещается на края контактов, все более растягиваясь. Затем дуга переходит на дугогасительные рога и происходит ее выхлоп через дугогасительную камеру.

Чтобы обеспечить хороший контакт между контактами во время включения контактора, подвижный контакт имеет притирающий ход (притирание). Притирание создается специальной притирающей пружиной (5).

После соприкосновения контактов (см. рис.26) начинается процесс притирания. Рычаг (4) под действием сжатого воздуха продолжает двигаться вверх и заставляет держатель контакта (3) поворачиваться на своей оси.

Подвижный контакт (1) накатывается на неподвижный контакт (2) и происходит притирание, которое продолжается до момента пока держатель (3) не получит, упора в рычаг (4) и движение рычага вверх не прекратится. Во время притирания контактов также происходит проскальзывание поверхности одного контакта относительно другого, в результате этого стирается пыль и слой окисла, который может образоваться на контактных поверхностях и увеличить переходное сопротивление.

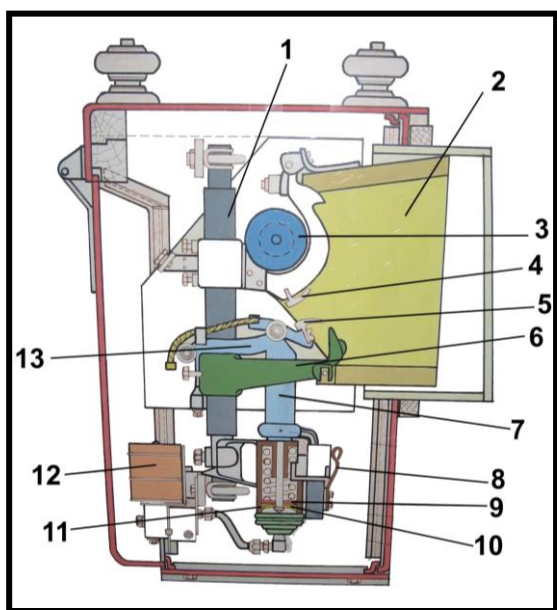


Рис.25 Контактор ПК-162А

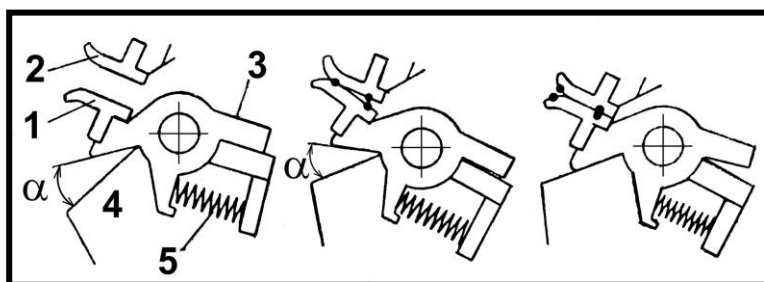


Рис.26 Положение контактов при включении

Применение электропневматических контакторов в силовой схеме связано с тем, что для значительных токов (400–500А) более надежно достигаются большие нажатия контактов при пневматическом приводе, чем при других системах (например, электромагнитный привод).

Большие нажатия контактов необходимы, чтобы уменьшить величину сопротивления в месте соприкосновения контактных поверхностей и тем самым уменьшить нагревание контактов.

Блокировочные контакты ПК-163А, ПК-162А

Для обеспечения последовательности включений и работы отдельных аппаратов электропневматические контакторы снабжены блокировочными контактами, которыми производится размыкание и замыкание проводов управления других аппаратов. Блокировочные контакты состоят из ряда неподвижных пальцев (2), соединенных с проводами управления и медных сегментов (1), укрепленных на подвижных электроизоляционных колодках (3).

Вследствие различной конфигурации сегментов и различной их расстановки на колодке могут быть получены разнообразные комбинации соединений между пальцами. Одна из разновидностей конфигурации сегментов и их расположение на подвижной колодке показаны на рис.27

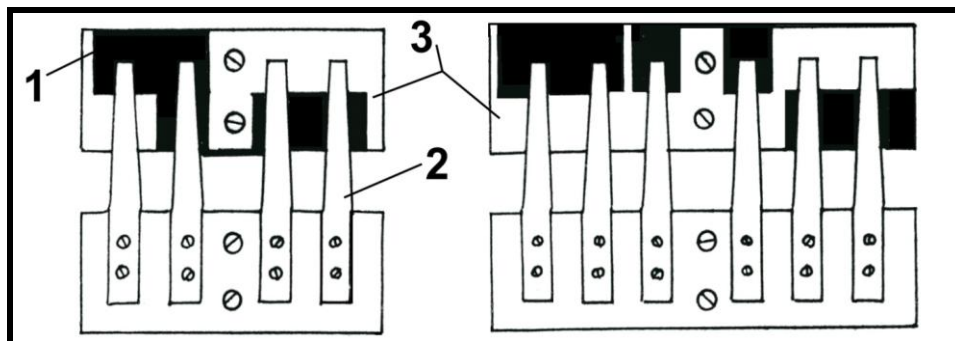




Рис.27 Вариант расположения блокировочных контактов ПК-163А

Давление блокировочных пальцев должно быть 1,0 - 2,5 кГс., рассчитаны на пропуск тока 20-25А.

Блокировочные контакты подразделяются на нормально-замкнутые – размыкающие-  и нормально-разомкнутые –  замыкающие. При включении контактора и замыкании силового контакта, нормально-замкнутые блокировочные контакты - размыкаются, а нормально-разомкнутые блокировочные контакты – замыкаются.

Включение контактора

При подаче питания на катушку электропневматического вентиля включающего типа воздух из магистрали управления поступает через вентиль в полость цилиндра и давит на поршень. Поршень, сжимая пружину, перемещается вверх, перемещаются шток и тяга. Происходит включение силовых контактов и перемещение подвижного контакта относительно неподвижного под действием притирающей пружины. Одновременно происходит переключение блокировочных контактов.

Отключение контактора

При снятии питания с катушки электропневматического вентиля воздух из цилиндра аппарата выходит в атмосферу. Под действием пружины и собственного веса контактор отключается. Одновременно происходит переключение блокировочных контактов. При размыкании силовых контактов возникает электрическая дуга, которая гасится в дугогасительной камере.

Возникновение дуги связано с тем, что в момент размыкания контактов поверхность касания контактов и нажатии их друг на друга, настолько уменьшается, что сопротивления контактов в переходном слое возрастает, что при разрыве тока в этом месте поверхность контактов сильно нагревается. Вследствие наличия горячего катода появляется поток электронов, ионизирующий окружающий воздух и в результате ток не разрывается, а поддерживается через ионизированную среду, которая по линии прохождения тока нагревается до высокой температуры, что способствует дальнейшей ионизации среды.

В качестве дугогасительных устройств для контакторов применяются специальные камеры из огнеупорных материалов, в которых дуга гасится при помощи магнитного дутья.

Принцип гашения дуги при помощи магнитного дутья основан на физическом законе о взаимодействии между током и магнитным потоком.

При отключении контактора между размыкающими контактами появляется электрическая дуга. Вокруг дуги образуется магнитное поле, которое взаимодействует с полем дугогасительной катушки так, что дуга вытесняется из этого поля по направлению к дугогасительным рогам и перекидывается на них. Затем дуга начинает двигаться по дугогасительным рогам до тех пор, пока не произойдет ее разрыв.

Дугу можно рассматривать как проводник, который свободно перемещается в магнитном поле, при этом магнитное поле создается специальными дугогасительными катушками. Направление движения свободного проводника в магнитном поле определяется по правилу левой руки; следовательно, выбором соответствующего направления магнитного потока в дуговом промежутке можно заставить дугу выдвигаться в желаемом направлении.

Дуогасительная катушка намотана так, что ток по ней протекает по часовой стрелке; поэтому магнитный поток между полюсами будет направлен из-за плоскости фигуры. Создаваемое вокруг линии тока в дуге дополнительное магнитное поле тока будет взаимодействовать с полем дуогасительной катушки в сторону удлинения и выдувания дуги из камеры.

При перемене направления тока, проходящего через контактор, меняется одновременно и направление магнитного поля гашения и поля дуги, поэтому направление силы, действующей на дугу, не меняется.

Дуогасительные рога у контактора имеют следующие значения;

- защитить от обгорания рабочие контакты;

- удалить возникающее при горении дуги катодное пятно с рабочих контактов, а также, заставив его быстро перемещаться по холодной поверхности рога, тем самым охладить пятно и способствовать уменьшению катодной эмиссии и ионизации воздуха.

Для лучшего гашения дуги дуогасительные камеры выполняются с продольными или поперечными перегородками. Первые из них рассчитаны на то, чтобы расщепить дугу на несколько параллельных пучков, которые вследствие соприкосновения с холодными перегородками будут охлаждаться и деонизироваться. Поперечные перегородки предназначаются для увеличения длины дуги при данных размерах камеры.

2.12.2 Ящик с линейными контакторами ЛК-761

В ящике установлено пять контакторов типа ПК-163А (ПК-162А).

Обозначение по схеме : ЛК1, ЛК2, ЛК3, ЛК4, ЛК5.

Расположение контакторов в ящике (вид со стороны платформы):

ЛК3, ЛК1, ЛК5, ЛК4, ЛК2.

ЛК1, ЛК5 - коммутируют главную цепь.

ЛК2- для соединения групп тяговых двигателей в последовательную цепь.

ЛК3- коммутирует 1-ю группу двигателей.

ЛК4- коммутирует 2-ю группу двигателей.

Подключение магистрали со сжатым воздухом осуществляется через орешковый изолятор.

Технические данные:

- | | |
|---|----------|
| 1. Номинальное напряжение силовой цепи, В | - 750; |
| 2. Длительный ток, А | - 400; |
| 3. Напряжение цепи управления, В | - 75; |
| 4. Номинальный ток цепи управления, А | - 20; |
| 5. Минимальное напряжение срабатывания, В | - 43; |
| 6. Масса, не более, кг | - 247,5; |

Технические данные пневматического привода:

- | | |
|---|---------|
| 1. Диаметр цилиндра, мм | - 58; |
| 2. Ход поршня, мм | - 24,5; |
| 3. Номинальное давление воздуха, кгс/см ² | - 5,0; |
| 4. Минимальное давление воздуха при срабатывании, кгс/см ² | - 3,75. |

Технические данные силовых контактов:

- | | |
|--|----------|
| 1. Ширина контактов, мм | - 20; |
| 2. Раствор контактов, мм | - 24–27; |
| 3. Притирание контактов, мм | - 4-5,5; |
| 4. Нажатие контактов при давл. 5 кгс/см ² , кгс | - 57-66; |
| 5. Поперечное смещение контактов относительно друг друга, не более, мм | - 1,5; |
| 6. Толщина контакта, измеренная на расстоянии 16 мм от пятки, не менее, мм | - 4,0. |

Технические данные блокировочных контактов:

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. Расположение блокировок | - переднее; |
| 2. Нажатие пальцев, кгс | - 1-2,5; |
| 3. Номинальный ток, А | - 25. |

Технические данные дуогасительной катушки:

- | | |
|----------------------|--------|
| 1. Число витков | - 4; |
| 2. Сечение, мм | - 180; |
| 3. Длительный ток, А | - 500. |

Общий вид ящика с контакторами ПК-163А представлен на рис.28, его монтажная схема представлена на рис.29.

Следует принимать во внимание, что включение и выключение линейных контакторов по различным причинам механического характера, происходит не одновременно и необходимо следить за тем, чтобы эта разница была минимальной. При работе схемы в тормозном режиме, если указанный разброс существует, ток в цепи ТЭД, где контактор отключился, спадает до нуля, а в цепи где контактор задержался даже на время составляющее 50-100 мс, ток успевает возрасти на значительную величину(вплоть до двойной).

Ящик подвешен к раме вагона на изоляторах справа.

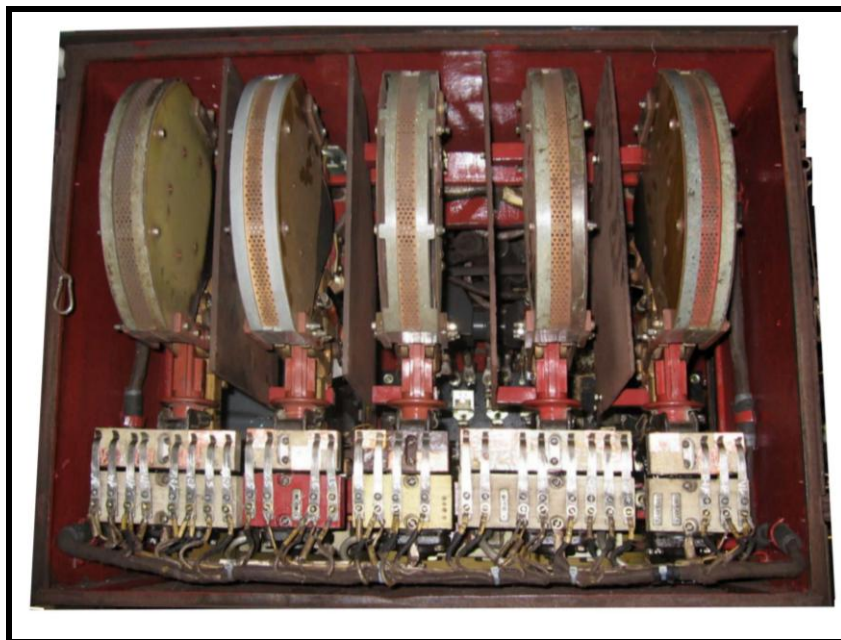


Рис.28 Ящик с контакторами ПК-163А

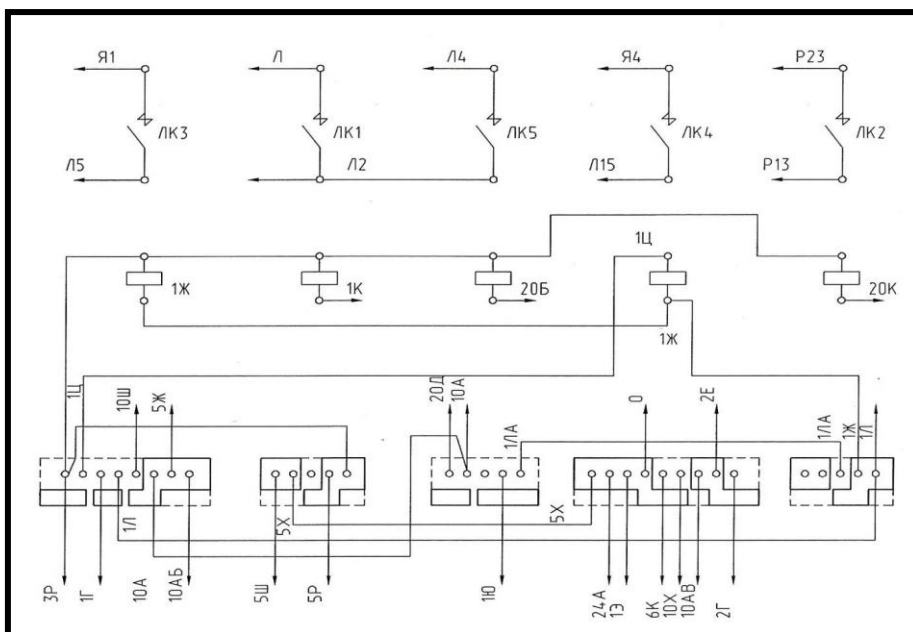


Рис.29 Электромонтажная схема ящика ЛК-761

2.12.3 Электромагнитные вентили

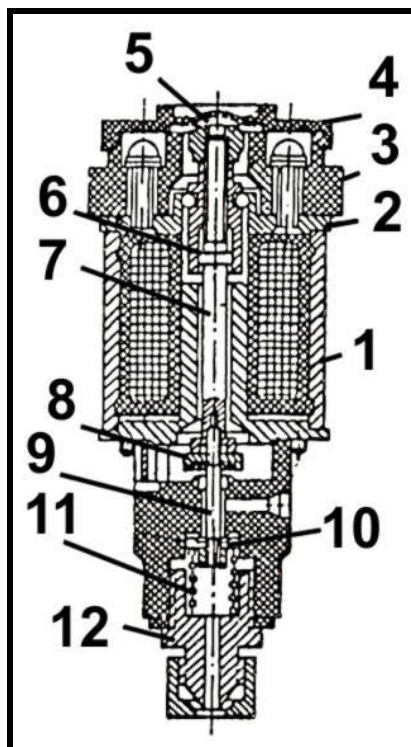


Рис. 30 Вентиль ЭВ-55

Для управления подачей сжатого воздуха в цилиндры приводов электропневматических аппаратов служат электромагнитные вентили включающего и выключающего типа.

Вентиль включающего типа при возбужденной катушке сообщает цилиндр аппарата с источником сжатого воздуха, а при невозбужденной катушке - с атмосферой.

Вентиль выключающего типа при невозбужденной катушке сообщает цилиндр аппарата с источником сжатого воздуха, а при возбужденной катушке - с атмосферой.

Общий вид электромагнитного вентиля включающего типа представлен на рис.30.

Рассмотрим устройство и работу электропневматического вентиля ЭВ-55 включающего типа.

Вентиль состоит из двух узлов - электромагнита и распределительной коробки. Электромагнит состоит из катушки (1) со стальным сердечником, стопы, фланца (2), якоря (6). К фланцу крепится изолятор (3), в котором размерены два вывода катушки для крепления подходящих проводов. На изоляторе установлена полиэтиленовая крышка (4), через центральную перемычку которой можно вручную привести вентиль в действие, нажав на гайку (5).

Якорь устанавливается по резьбе на штоке (7) и фиксируется от отворачивания гайкой.

Распределительная клапанная коробка состоит из прессованного корпуса, имеющего уплотнительные бурты по месту размещения впускного (10) и выпускного (8) клапанов, размещенных на шпильке (9) в центральном отверстии корпуса.

Впускной клапан (10) подрессорен пружиной (11), опирающейся на штуцер (12).

В исходном состоянии пружина (11), преодолевая вес подвижной системы - якоря (6), штока (7), клапанов (8 и 10) и шпильки (9), перекрывает впускным клапаном подачу сжатого воздуха в цилиндр аппарата.

При подаче напряжения на катушку (1) якорь (6) электромагнита вместе с закрепленными на нем деталями подвижной системы перемещается вниз до упора. Впускной клапан при этом открывается, выпускной перекрывается. Воздух поступает в цилиндр аппарата.

Технические характеристики

- | | |
|---|------|
| 1. Номинальное напряжение, В | -75; |
| 2. Номинальное давление воздуха, кгс/см ² | -5; |
| 3. Минимальное напряжение срабатывания при давлении 5 кгс/см ² , В | -45. |

2.12.4 Электромагнитные контакторы

Электромагнитные контакторы включаются за счет силы электромагнита. При протекании тока по катушке электромагнита создается намагничивающая сила, которая притягивает якорь к сердечнику. Происходит замыкание силовых контактов и одновременно переключение блокировочных контактов цепи управления.

При снятии питания с катушки электромагнита за счет действия противовеса или отключающей пружины якорь отходит от сердечника. Размыкаются силовые контакты и одновременно переключаются блокировочные контакты цепи управления. При размыкании силовых контактов возникает электрическая дуга, которая растягивается между контактами, переходит на дугогасительные рога и выдувается магнитным потоком дугогасительной катушки в камеру, где и гаснет.

По конструкции все электромагнитные контакторы аналогичны, но отличаются техническими данными и конструкцией блокировочных контактов в зависимости от параметров цепей, в которые они включены.

Электромагнитный контактор КПП-113 изображен на рис.31.

Контактор состоит из электромагнитной и дугогасительной систем. Его полностью монтируют на отдельной изоляционной панели (1). Основными частями электромагнитной системы являются: Г-образное ярмо (2), сердечник с катушкой (3), шунт (4), кронштейн и якорь с противовесом (5). Контактное нажатие подвижного контакта (6) на неподвижный контакт (7) создается притирающей пружиной (8).

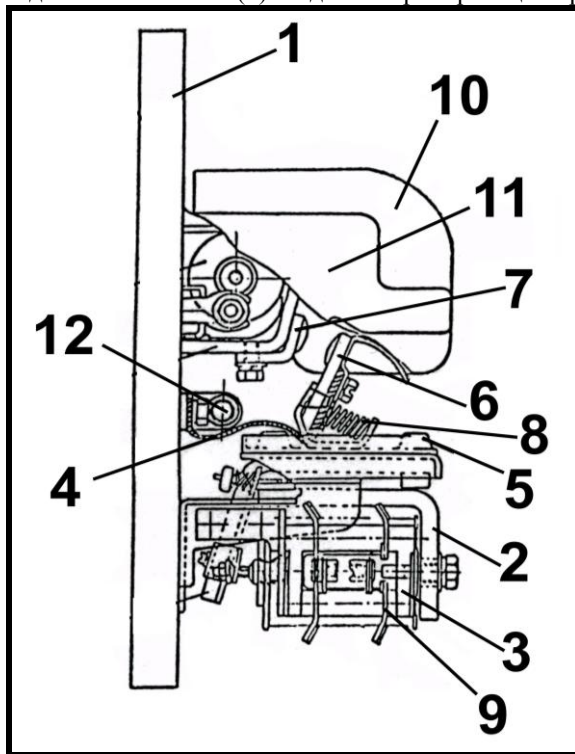


Рис.31 Контактор КПП-113

На кронштейне магнитной системы установлено блокировочное устройство. Блокировочные контакты мостикового типа (9) устанавливаются на пластмассовой траверсе, которая при повороте якоря перемещается в направляющих. При перемещении траверсы сжимаются пружины блокировочного устройства, создавая контактное нажатие между подвижными и неподвижными контактами (блокировочный контакт замыкается).

Дугогасительная система контактора включает в себя: неподвижный контакт с дугогасительной катушкой (7), дугогасительную камеру (10), полюса (11). Для присоединения силовых проводов подвижный и неподвижный контакты имеют вывода (12).

Электромагнитные контакторы типа КПП-113 имеют предельную коммутационную способность порядка 250-300А и установлены в ящике ЯК-37Е.

2.12.4.1 Ящик с контакторами ЯК-37Е

Общий вид ящика представлен на рис.32, 33 его монтажная схема представлена на рис.34.

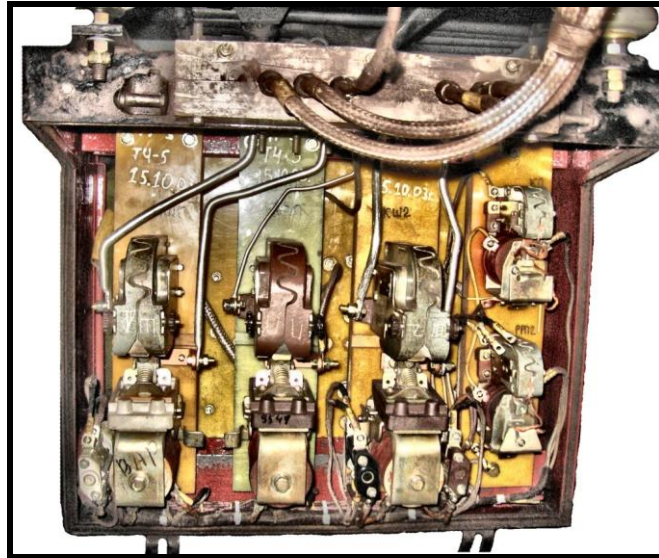


Рис.32 Ящик ЯК-37Е (внутренняя панель)

В ящике на двух панелях установлены электромагнитные контакторы.

1. **Контакторы шунтировки КШ-1, КШ-2 (тип КПП-113)** предназначены для подключения параллельно обмоткам возбуждения групп двигателей индуктивного шунта и резистора ослабления поля, для ослабления магнитного поля групп двигателей в ходовом режиме.

Катушки контакторов включены в схему управления в цепь первого (третьего) провода, силовые контакты- включены в силовую цепь.

2. **Контакторы силового блока КСБ-1, КСБ-2 (тип КПП-113)** предназначены для подключения параллельно обмоткам возбуждения групп генераторов регулятора тока возбуждения типа ДРП 300/300, для регулирования магнитного поля генераторов в тормозном режиме.

Катушки контакторов включены в схему управления в цепь 6-го провода, силовые контакты включены в силовую цепь.

3. **Контактор первичного преобразователя КПП (тип КПП-113)** предназначен для подключения источника питания БПСН к токоприемникам вагона. Катушка включена в цепь 36-го провода, силовой контакт - в цепь первичного преобразователя БПСН.(только для вагонов серии 81-717/714).

(для подключения источника питания ДИП применяется контактор КИ)

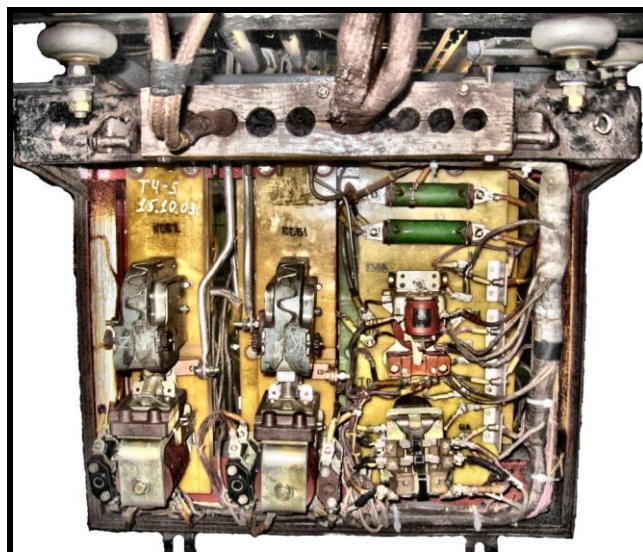


Рис.33 Ящик ЯК-37Е (внешняя панель)

4. Реле резервного пуска РРП2 (тип КПД-110), предназначено для переключений в схеме управления при переходе на резервное управление поездом.

Катушка включена в цепь 14-го провода, контакты в цепь провода ЗР.

5. Тормозное реле ТР1 (тип РПУ3-114Т) предназначено для переключений в схеме управления при сборе схемы на тормоз. Катушка реле включена в цепь 6-го провода.

При включении реле: размыкаются контакты ТР1 во 2-м проводе и в цепи катушки ПМ, и замыкаются контакты ТР1 в цепи авторежима и в цепи ВЗ№1.

6 Реле защиты преобразователя РЗП (тип РЭМ-651) предназначено для защиты блока питания от перегрузок. Реле имеет две катушки: **силовую**, включенную в плюсовой провод БПСН; **возвратную**, включенную в 37-й провод. Размыкающий контакт РЗП включен в цепь 36-го провода, в цепь катушки КПП; замыкающий контакт РЗП включен в цепь 61-го провода. Ток срабатывания РЗП равен 25-30 А.

(только для вагонов серии 81-717/714).

Технические данные

	КПП-113	КПД-110	РПУ3
1. Раствор контактов, мм, не менее			
главных	-10	-8	--
блокировочных	-4,0	-3,5	-4,0
2. Провал контактов, мм, не менее			
главных	-0,5	-0,5	--
блокировочных	-0,5	-0,5	-0,5
3. Нажатие контактов конечное, кГс, не менее			
главных	-0,8	-0,15	--
блокировочных	-0,2	-0,2	-0,12
4. Толщина контактов, мм, не менее			
главных	-0,2	-0,2	--
блокировочных	-0,2	-0,2	-0,2
5. Смещение контактов, мм, не более			
главных	-2,0	-1,5	--
блокировочных	-	--	-1,0
6. Минимальное напряжение включения, В	-45	-50	-45

Ящик крепится к раме вагона посередине на изоляторах около второй колесной пары. Открывающиеся кожуха ящика имеют устройство, исключающее падение их на путь.

2.12.4.2 Ящик ЯМК

В ящике установлены электромагнитные контакторы типа МК1-20М (1) и электротепловое реле типа ТРТП-115Р (2). Общий вид ящика ЯМК изображен на рис.35, его электромонтажная схема представлена на рис. 36.

Электромагнитные контакторы МК1-20М имеют повышенную надежность, высокую коммутационную способность (до 250А), механическую и электрическую износостойкость по сравнению с контакторами КПП-110.

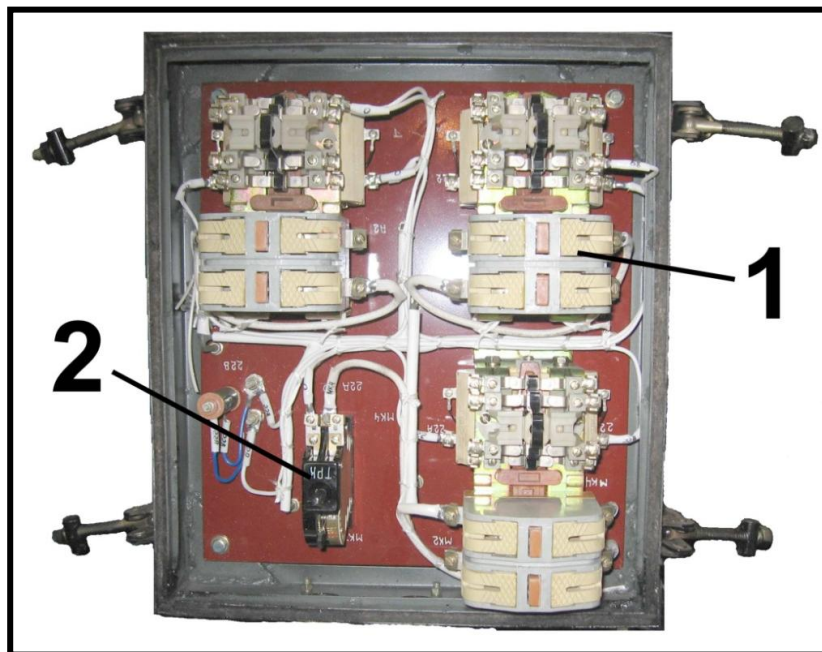


Рис.35 Ящик ЯМК

Применение контакторов МК1-20М позволило осуществить подвеску ящика ЯМК к раме вагона без изоляторов.

Конструкция контактора МК1-20М многоблочная. Общий вид контактора представлен на рис.37.

Все узлы и детали собираются на скобе (1) магнитной системы, служащей базовой деталью контактора. Магнитная система клапанного типа, двухкатушечная. Якорь (2) магнитной системы соединяется с пластмассовым рычагом (4), плечи которого через цилиндрические оси (3) передают движение контактным траверсам главных контактов (9) и блокировочных контактов. Якорь вращается на призмах. Компенсация износа рабочих граней призм якоря обеспечивается пружинами (13), автоматически поджимающими якорь к скобе магнитной системы.

Контактная система главных контактов состоит из контактной колодки (5) с неподвижными контактами (8), траверсы с подвижными мостиками (7) и дугогасительной камеры (6).

Для снятия дугогасительной камеры необходимо нажать пальцами на выступающие части защелкивающих колодок (14) и выдвинуть камеру вперед.

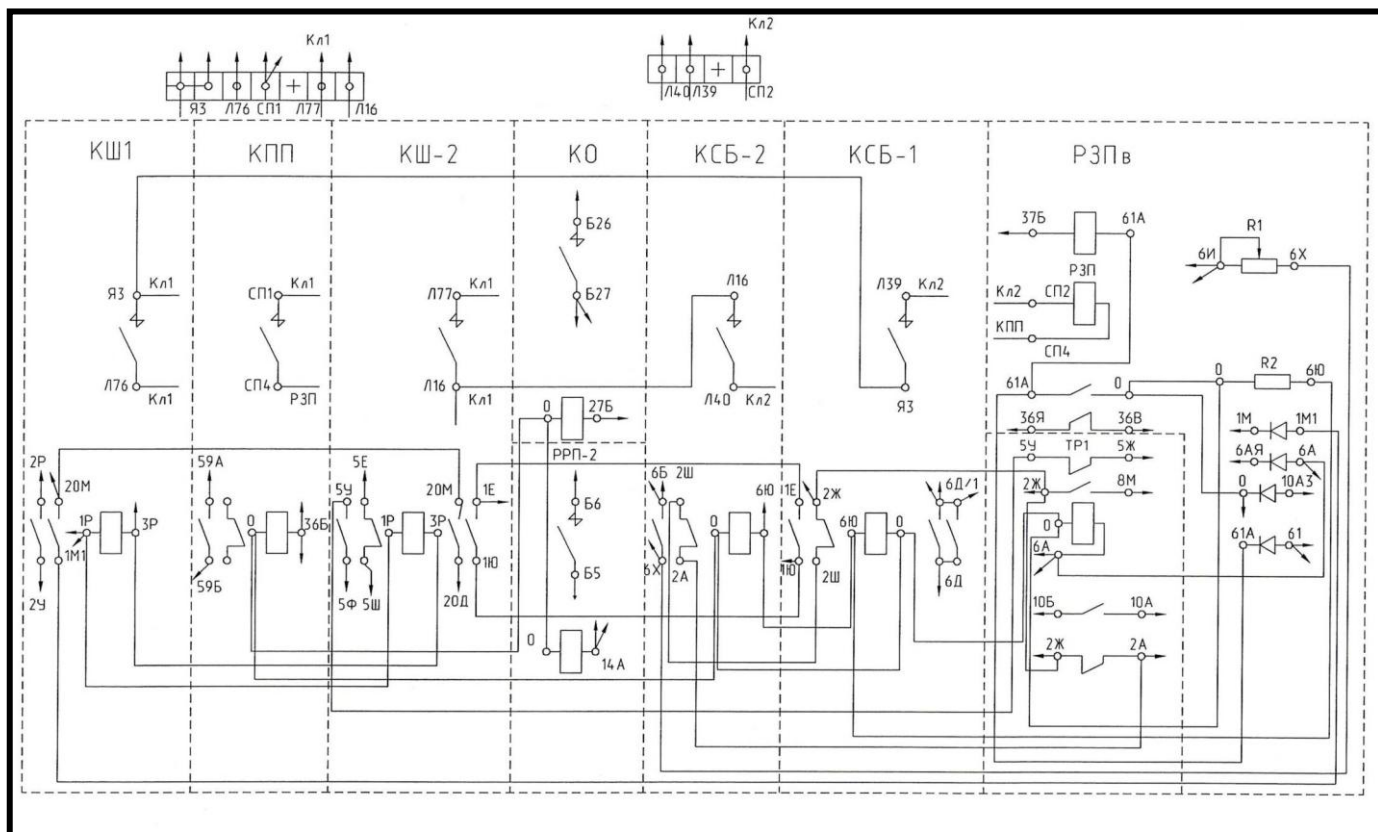


Рис.34 Электромонтажная схема ящика ЯК-37Е

Контактная система блокировочных контактов состоит из двух контактных колодок (11), на которых закреплены скобы неподвижных контактов (10) и траверсы (12) с подвижными контактными мостиками.

Технические данные МК1-20М:

- | | | |
|------------------------------------|---|--------|
| 1. Номинальный ток, А | - | -10; |
| 2. Раствор контактов, не менее, мм | | |
| главных | | -4, 0; |
| блокировочных | - | -5,0; |
| 3. Провал контактов, не менее, мм | | |
| главных | | -2,5; |
| блокировочных | - | -1,5; |
| 4. Нажатие контактов, не менее, Н | | |
| главных | | -5, 0; |
| блокировочных | | -0,9; |
| 5. Номинальное напряжение, В | | |
| силовой цепи | | -1000; |
| вспомогательной | | -75. |

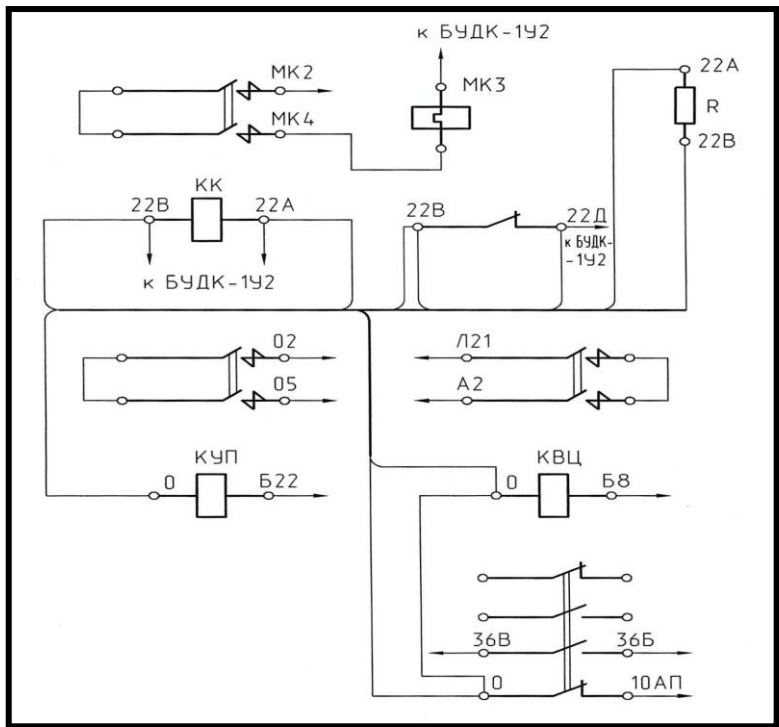


Рис.36 Электромонтажная схема ящика ЯМК

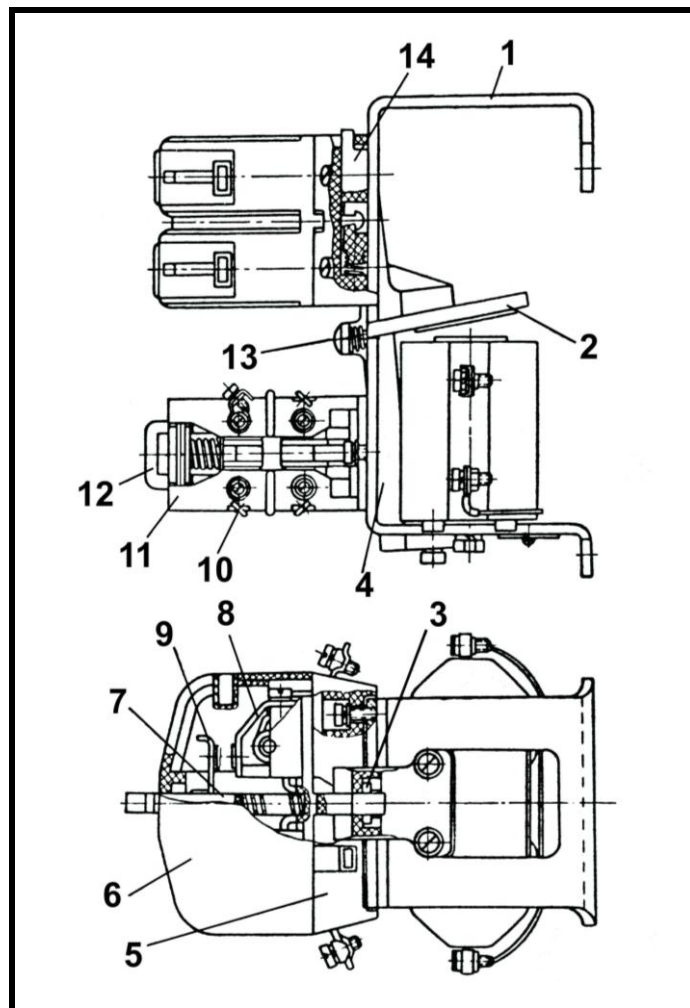
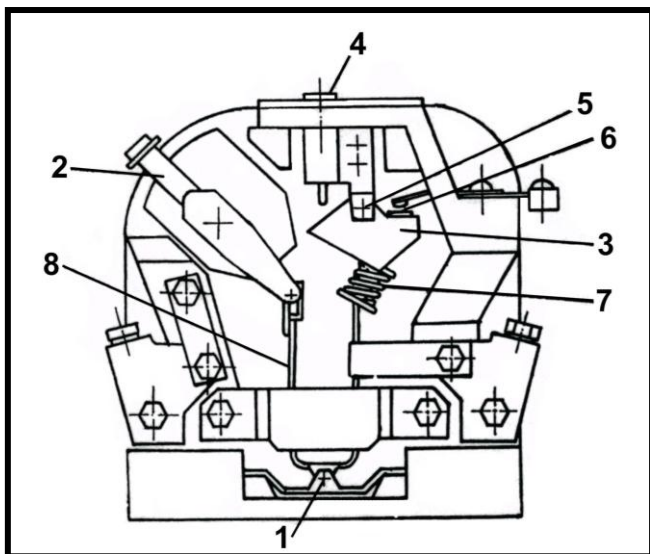


Рис. 37 Общий вид контактора МК1-20МУ3

Устройство и работа реле ТРТП-115Р



Тепловое реле ТРТП-115Р представлено на Рис.38.

Рис.38 Реле ТРТП-115Р

Биметаллический элемент (8) имеет У-образную форму и посажен на ось (1). На правый край биметаллического элемента опирается пружина (7), другой край опирается на изоляционную колодку (3), несущую на себе контактный мостик с контактами (6).

Левый край элемента биметаллического соединен с механизмом уставки (2), позволяющим регулировать ток несрабатывания путем изменения натяга биметаллического элемента.

При токах срабатывания биметаллический элемент, нагреваясь, поворачивает изоляционную колодку (3) вокруг оси и воздействует на контакт реле, который размыкается.

Возврат реле в исходное положение (замыкание контакта) происходит при нажатии кнопки (4).

Технические данные ТРТП-115Р

1. Номинальный ток, А	-7;
2. Время срабатывания, с	
при токе 27 + 3А, не более	-25;
при токе 45 А, не более	-5;

В ящике ЯМК установлены контакторы и реле.

1. **Контактор компрессора – КК** (тип МК1-20М), предназначен для подключения двигателя моторкомпрессора к вспомогательной цепи напряжения контактного рельса.

Катушка включена в цепь 22-го провода цепи управления, силовой контакт включен в цепь двигателя моторкомпрессора.

2. **Контактор вспомогательных цепей- КВЦ** (тип МК1-20М), предназначен для подключения вспомогательной цепи напряжения контактной сети к токоприемникам вагона.

Катушка получает питание при включении на вагоне выключателя батареи ВБ через А53. Силовой контакт КВЦ включен в вспомогательную цепь напряжения контактной сети.

3. **Контактор управления печами- КУП** (тип МК1-20М), предназначен для подключения печи отопления кабины к токоприемникам вагона. (Контактор КУП установлен в ящике только на головных вагонах).

Катушка получает питание при включении на вагоне выключателя батареи ВБ через А53 и А75. Силовой контакт КУП включен в цепь печи отопления.

4. **Тепловое реле токовое с ручным возвратом - ТРК** (тип ТРТП-115Р), предназначено для защиты двигателя моторкомпрессора от токов недопустимой продолжительности.

Катушка реле включена в цепь двигателя моторкомпрессора, размыкающий контакт ТРК включен в цепь катушки КК-- 22-го провода.

При длительном протекании тока по цепи моторкомпрессора катушка ТРК нагревается, реле срабатывает, размыкая свой контакт в цепи катушки КК 22-го провода. Контактор КК отключается, размыкая силовой контакт в цепи моторкомпрессора, и моторкомпрессор также отключается.

Восстановить цепь моторкомпрессора возможно в этом случае включением ТРК вручную, нажатием кнопки на корпусе реле.

Ящик подвешен к раме вагона слева. Съемный кожух ящика имеет устройство, исключающее падение его на путь.

2.12.5 Кулачковые элементы

Кулачковые элементы подразделяются на силовые КЭ-47, КЭ-46А и цепей управления КЭ-42, ЭУ5, КЭ-48А.

Замыкание и размыкание кулачковых элементов осуществляется кулачковыми шайбами, имеющими определенный профиль - выступы и впадины (рис.45).

Когда ролик кулачкового элемента расположен во впадине шайбы, то контакты будут замкнуты, благодаря действию включающей пружины. Если шайба давит на ролик кулачкового элемента, то контакты будут разомкнуты. Процесс замыкания разделяется на две стадии - сближение контактов до касания, а затем их притирание. Процесс замыкания контактов представлен на рис.26.

Кулачковый элемент КЭ47 предназначен для переключения в силовых цепях, не связанных с разрывом тока

Общий вид кулачкового элемента КЭ-47 представлен на рис. 39.

Кулачковый элемент состоит из: изолятора (1), рычага (2), контактодержателей (3), подвижного (4) и неподвижного контакта (5), притирающей пружины (6), включающей пружины (7), шунта (8), ролика (9), на который воздействует шайба.

Устанавливается в аппаратах: реверсор, переключатель положений, реостатный контроллер.

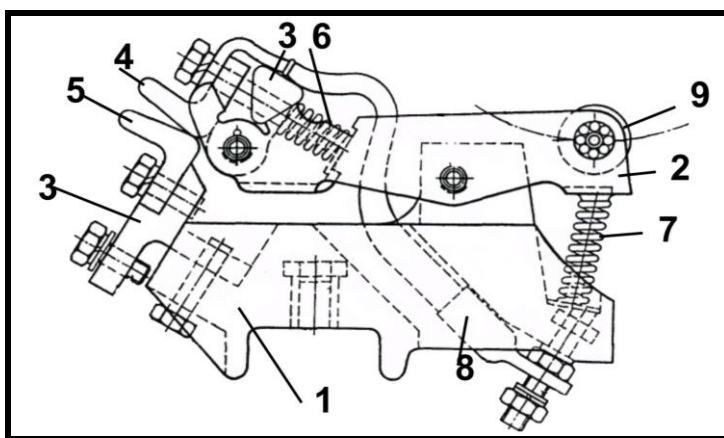


Рис.39 Кулачковый элемент КЭ-47

Кулачковый элемент КЭ-46А – предназначен для переключения в силовых цепях, связанных с разрывом тока. По конструкции кулачковый элемент КЭ-46А аналогичен КЭ-47. Отличается наличием дугогашения. (катушка, дугогасительная камера, дугогасительные рога).

Общий вид кулачкового элемента представлен на рис.40.

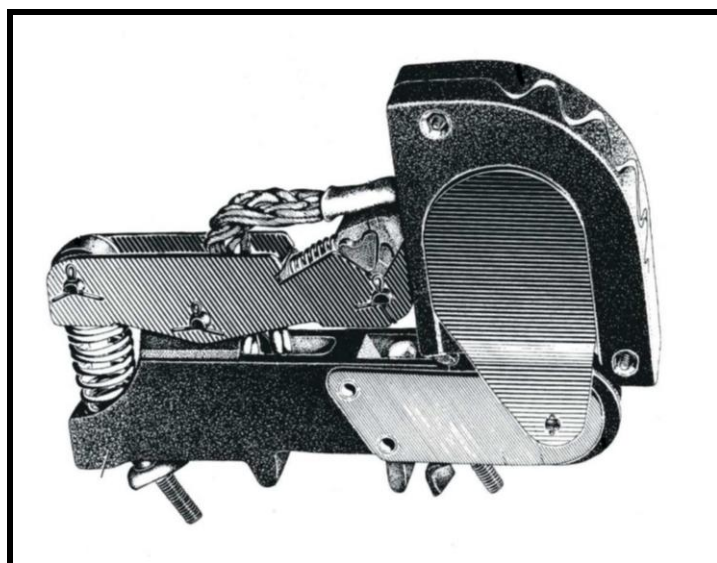


Рис. 40 Кулачковый элемент КЭ-46А

Кулачковые элементы КЭ-42, ЭУ5, мостикового типа, предназначены для переключения в цепях управления без разрыва тока. Это обеспечивает двойной разрыв цепи и исключение шунта.

Общий вид кулачковых элементов КЭ-42, ЭУ5 представлен на рис.41,42.

Кулачковые элементы состоят из: изолятора (1), рычага (2), неподвижного контакта (3) (болты с напайками), подвижного контакта (4) (мостик), притирающей пружины (5), включающей пружины (6), ролика (7), на который воздействует шайба.

Устанавливается в аппаратах: реверсор, переключатель положений, реостатный контроллер, контроллер машиниста.

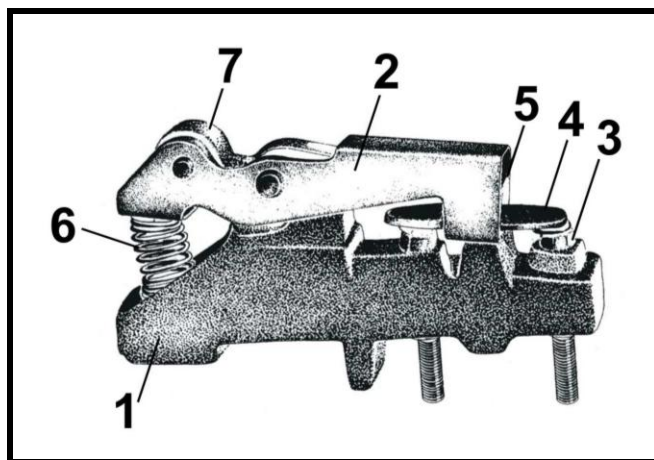


Рис. 41 Кулачковый элемент КЭ-42

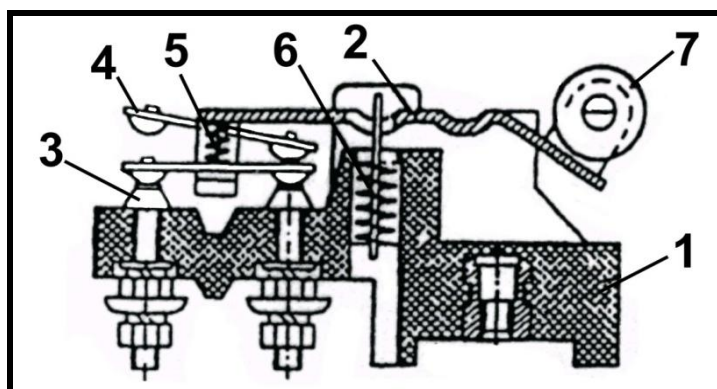


Рис. 42 Кулачковый элемент ЭУ5

Кулачковый элемент КЭ-48А предназначен для переключения в цепях управления, связанных с разрывом тока.

Общий вид кулачкового элемента представлен на рис.43.

Кулачковый элемент состоит из: изолятора (1), рычага (2), неподвижного контакта (3), подвижного контакта (4), притирающей пружины (5), включающей пружины (6), шунта (7), скобы (8), ролика (9), дугогасительной катушки (10).

Наличие дугогасительной катушке обеспечивает надежные переключения в цепях управления под нагрузкой.

Устанавливается в контроллере машиниста.

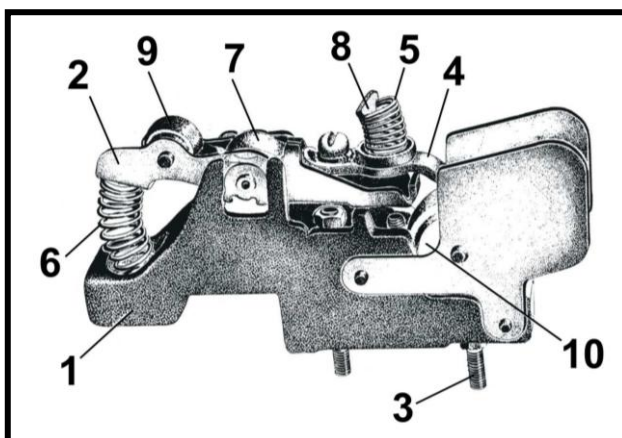


Рис.43 Контактор КЭ-48А

Технические данные кулачковых элементов

Таблица 6

Наименование параметров	КЭ-47 КЭ-46А	КЭ-48А	ЭУ5	КЭ-42
Нажатие контактов, кГс	3,5-4,5	0,6	0,28	0,3-0,34
Раствор контактов, мм	8-14	7-14	8-10	7-12
Провал контактов, мм	10	3,7	2	2
Толщина контактов у пятки, не менее, мм	4,5	-	-	-
Поперечное смещение контактов относительно друг друга, не более, мм	1,5	1	1	1
Толщина серебряного контакта, не менее, мм	-	0,2	0,2	0,2
Номинальный ток, А	260	20	20	20
Номинальное напряжение, В	750	75	75	75
Масса, кг	1,37	0,6	0,13	0,19

2.13 Двухпозиционный электропневматический привод.

Двухпозиционный электропневматический привод предназначен для переключения кулачкового вала группового переключателя. Общий вид привода представлен на рис. 44.

Привод состоит из чугунного литого цилиндра (1) диаметром 58 мм, в котором перемещаются два поршня с уплотнением из кожаных манжет (2). Поршни соединены штоком (3). В средней части штока в цилиндрическом отверстии Ø30 мм установлен бронзовый сухарь (9), в отверстие которого вставлено водило (7), соединенное с кулачковым валом (8).

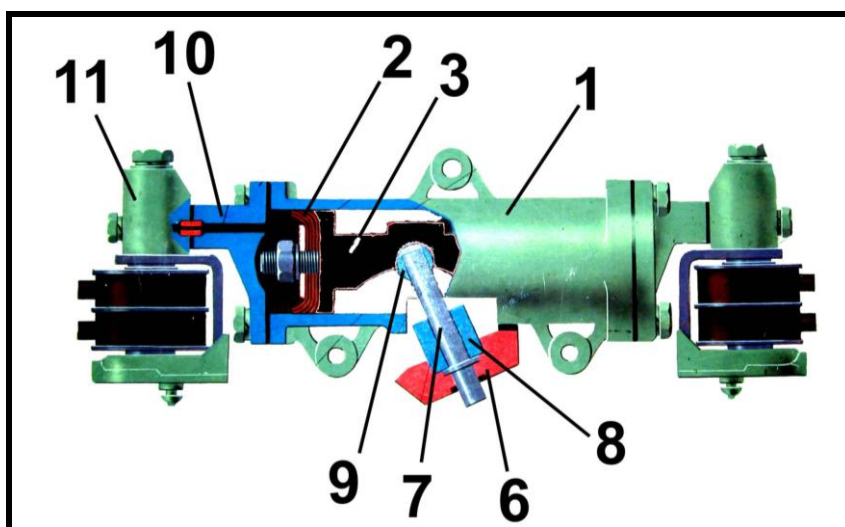


Рис. 44 Электропневматический привод

Накладка (6) не дает возможности осевых перемещений водила и ограничивает ход поршня. Хвостовик водила служит для ручного переключения аппарата.

Цилиндр с обеих сторон закрыт крышками (10) на которых установлены электромагнитные вентили включающего типа (11).

При включении какого-либо вентиля сжатый воздух, проходя через каналы вентиля поступает через канал в приливе крышки в цилиндр и перемещает поршни из одного крайнего положения в другое и водило поворачивает вал на 45°.

Для обеспечения требуемой скорости переключения привода, воздух в цилиндр поступает через калиброванное отверстие во втулках.

В корпусе привода имеются три прилива для крепления к корпусу аппарата.

Технические данные привода

- | | |
|---|--------|
| 1. Диаметр цилиндра, мм | -58; |
| 2. Ход поршня, мм | -40; |
| 3. Номинальное давление, кгс/см ² | -5,0; |
| 4. Минимальное давление срабатывания, кГс/см ² | -3,75. |

Общий вид кулачкового вала представлен на рис.45.

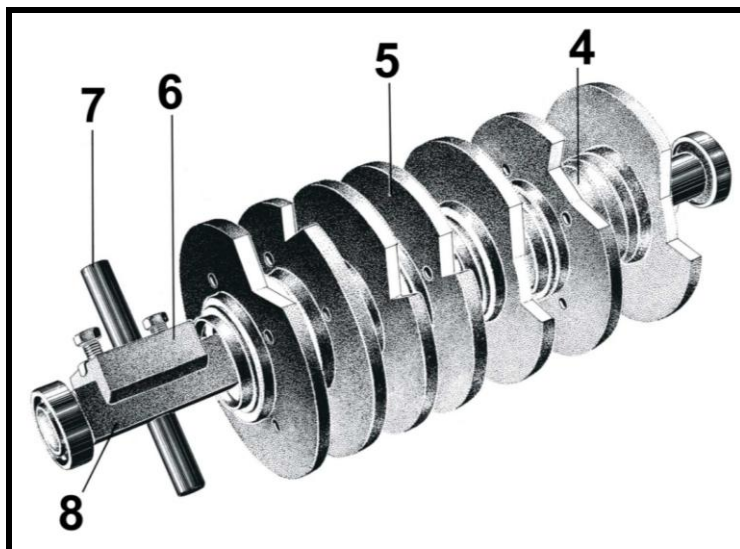


Рис. 45 Кулачковый вал двухпозиционного группового аппарата

2.14 Групповые переключатели

Групповыми переключателями, в зависимости от функций, которые они выполняют (например, изменение направления тока в обмотке якоря ТЭД) называют аппараты, состоящие из групп силовых контакторных элементов, которые переключаются от воздействия профилированных шайб (5), насаженных на один вал (рис.45), приводимый во вращение общим приводом.

В зависимости от числа позиций, переключаемых приводом, групповые переключатели имеют электропневматические, электродвигательные или ручные приводы.

Двухпозиционные переключатели (реверсор и переключатель положений), имеют электропневматический привод; многопозиционный переключатель (реостатный контроллер) имеет электродвигательный привод, а многопозиционный переключатель (контроллер машиниста) – ручной привод.

Групповые переключатели, как и индивидуальные, имеют контакторные элементы, включенные в цепи управления и переключаются, также как и силовые от воздействия профилированных шайб, насаженных на общий вал.

Групповыми переключателями с электропневматическим приводом управляют при помощи электромагнитных вентилях включающего типа. На схемах электропневматический привод (рис.44) обозначается двумя катушками электромагнитных вентилях, впускающих сжатый воздух в цилиндр привода при возбуждении катушки, а при обесточенной катушке соединяет этот цилиндр с атмосферой. От этого зависит положение кулачкового вала аппарата, а следовательно и кулачкового контактора в схеме.

Групповые многопозиционные переключатели с электродвигательным приводом управляются при помощи малогабаритного электродвигателя постоянного тока типа ПЛ-072; на схеме обозначается СДРК.

Вал кулачкового барабана для групповых контакторов (рис.45) выполнен из стали. На среднюю часть вала имеющего квадратное сечение, насажены кулачковые шайбы (5) прессованные из пластмассы. Шайбы имеют специальный профиль (впадины и выступы) и установлены на валу в таком порядке, что обеспечивают размыкание и замыкание кулачковых элементов группового переключателя цепей силовой и управления в определенной последовательности, согласно диаграмме замыкания кулачковых элементов.

Диаграмма замыкания кулачковых контакторов РК представлена на рис.123.

2.14.1 Реостатный контроллер ЭКГ–39Б

Реостатный контроллер предназначен для последовательного выведения из цепи ТЭД элементов пуско–тормозных резисторов в процессе пуска и электрического реостатного торможения, а также для ослабления магнитного поля ТЭД.

Общий вид аппарата представлен на рис.46, его электромонтажная схема представлена на рис.47.

Аппарат кулачкового типа, многопозиционный. На ХОД имеет 36 позиций, на ТОРМОЗ – 18 позиций. Вращение вала РК происходит в обе стороны: с 1-й по 18-ю позиции – в прямом направлении, с 18-й(19) по 1-ю(36) позиции – в обратном направлении.

Реостатный контроллер смонтирован на раме, состоящей из трех силуминовых боковин (1,4,11) закрепленных на двух металлических угольниках (10). В двух крайних боковинах установлены подшипники, в которых вращается кулачковый вал с профилированными шайбами (6). С обеих сторон вала к боковинам крепятся рейки (3) с установленными на них кулачковыми элементами (2) типа КЭ-47 силовой цепи и кулачковыми элементами (5) типа ЭУ5 цепи управления.

Кулачковый вал РК приводится во вращение электродвигателем (13) типа ПЛ-072Г (СДРК-серводвигатель РК). Усилие от двигателя на кулачковый вал передается через двухступенчатый редуктор. Первая ступень червячная (12) с передаточным числом 25, вторая ступень зубчатая (9) с передаточным числом 1,74. Общее передаточное число редуктора $25 \times 1,74 = 43,5$.

Вал редуктора соединен с валом СДРК полумуфтой. При работе электродвигателя СДРК кулачковый барабан (6) вращается и его профилированные шайбы воздействуют на ролики кулачковых элементов, контакты которых при этом замыкаются или размыкаются согласно развертке (диаграмме включения) и производят переключения в силовой цепи и в цепи управления.

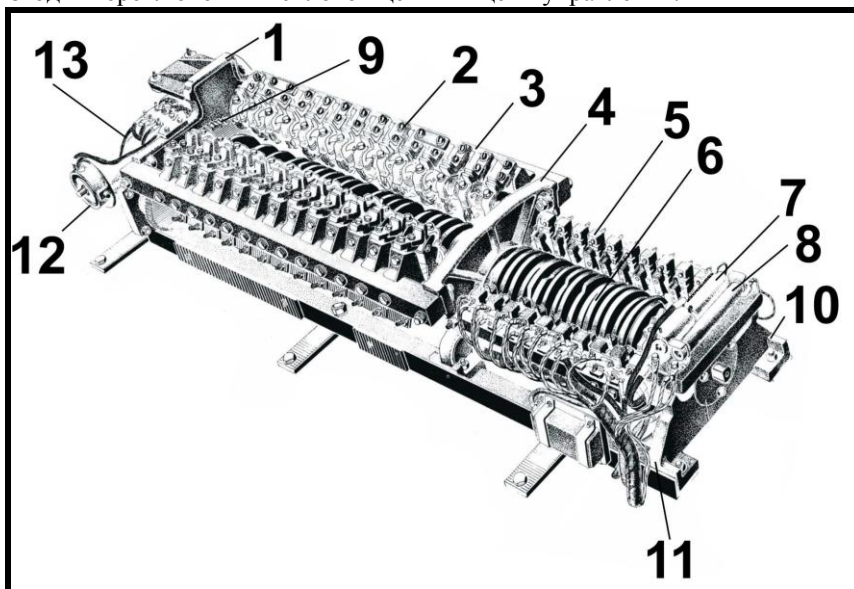


Рис. 46 Реостатный контроллер ЭКГ-39Б

Скорость вращения вала РК регулируется резистором (7,8), включенным параллельно якорю СДРК (рис.131). Изменение направления вращения вала РК происходит путем изменения контактами реле реверсировки РР, направления тока в обмотке возбуждения СДРК. Остановить вал РК на позиции возможно путем замыкания обмотки якоря СДРК накоротко.

На схеме управления цифрами обозначены КЭ РК, которые показывают, на каких позициях РК данный КЭ замкнут.

Например: РК1-6-контакты КЭ замкнуты с 1-й по 6-ю позиции, а разомкнуты с 7-ой по 18-ю позиции РК.

Исходное положение РК-1-я позиция.

Технические данные ЭКГ-39Б:

1. Номинальное напряжение силовой цепи, В	-750;
2. Номинальное напряжение цепи управления, В	-75;
3. Угол поворота кулачкового барабана на одну позицию, град.	-19;
4. Число позиций	-18;
5. Хронометрическое время вращения вала в одну сторону, сек.	-2,8-3,2;
6. Масса, кг	-253.

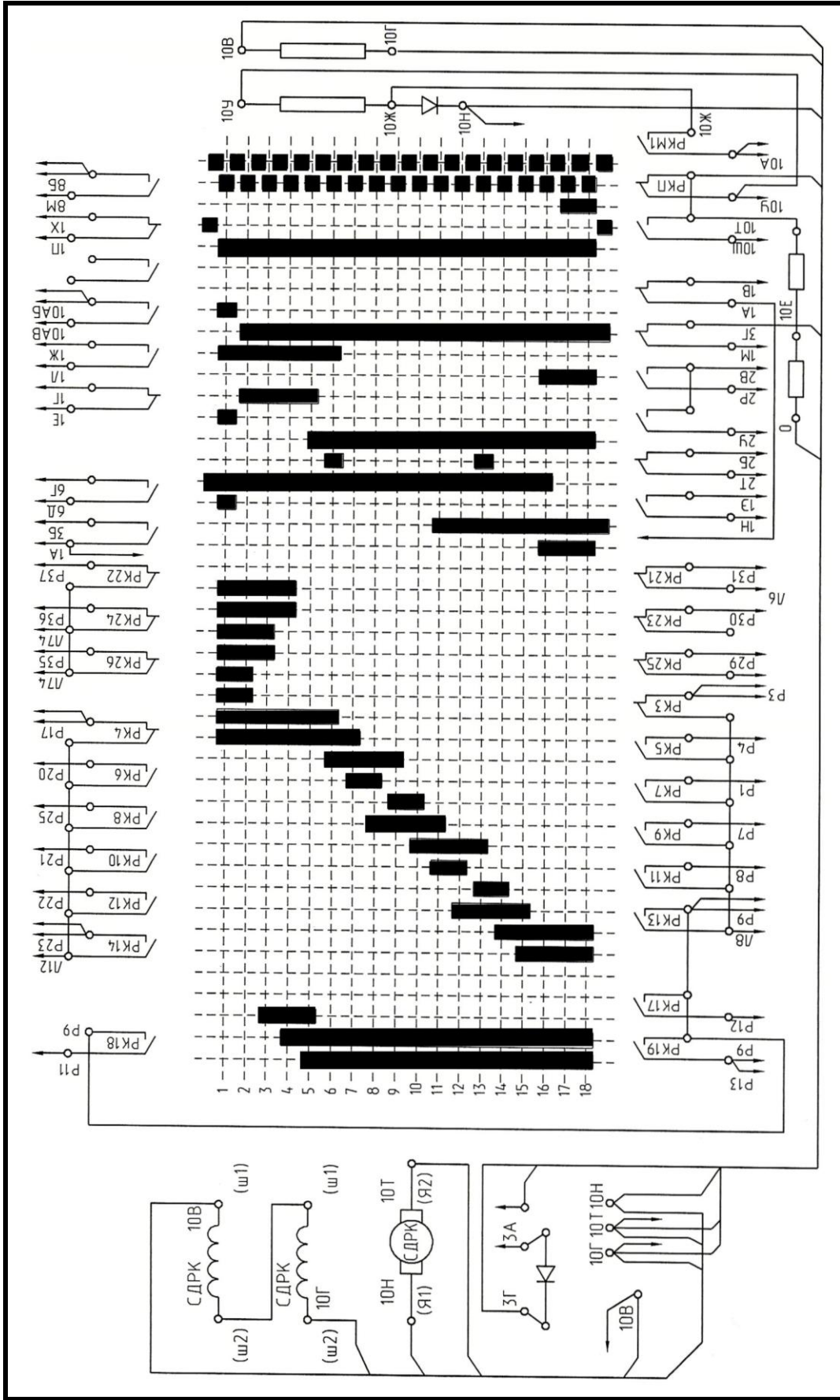


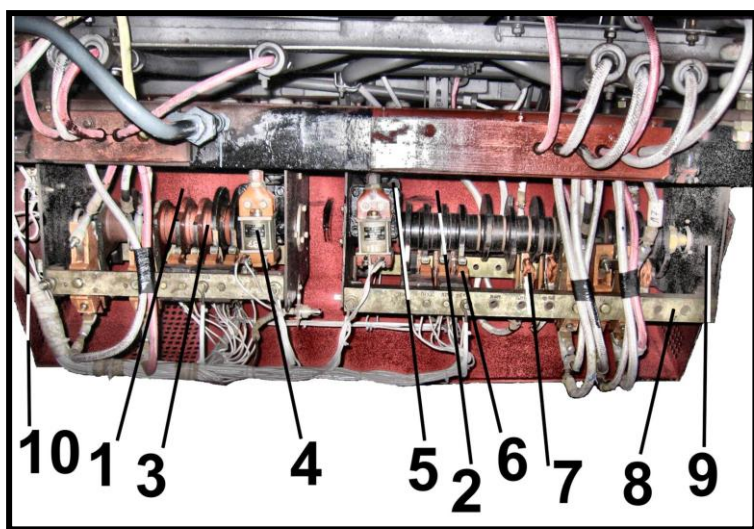
Рис.4.7 Электрогайная схема реостатного контроллера ЭКТ-39Б

Технические данные ПЛ–072Г.

1. Мощность, Вт	-170;
2. Ток обмотки якоря, А	-3,2;
3. Ток обмотки независимого возбуждения, А	-1,73;
4. Номинальное напряжение, В	-70;
5. Тип щетки	-ЭГ8;
6. Давление на щетку, кГс	-0,40-0,42;
7. Высота щетки, не менее, мм	-10;
8. Сопротивление обмотки якоря, Ом	-3,34;
9. Сопротивление обмотки независимого возбуждения, Ом	-31,7;
10. Частота вращения, об/мин	-1170;
11. Масса, кг	-7,6.

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах справа. Съемные кожуха ящика имеют устройства, исключающие падение их на путь.

2.14.2 Переключатель положений ПКГ–761



1-аппарат ППС; 2- аппарат ПМТ; 3- кулачковый барабан; 4- электропневматический вентиль; 5- привод пневматический; 6- кулачковый элемент ЭУ-5; 7- кулачковый элемент КЭ-47; 8- рейка; 9- рама; 10- реле РПУ

Рис.48. ...Переключатель положений ПКГ-761Д

Переключатель положений предназначен для переключения групп ТЭД с последовательного соединения на параллельное и с тормозного положения на моторное. Общий вид аппарата изображен на рис.48. Под одним кожухом смонтировано два аппарата: ПМТ и ППС.

ПМТ предназначен для переключения групп ТЭД с тормозного положения на моторное и наоборот. Имеет два положения:

- ПТ- тормозное;
- ПМ- моторное.

Исходное положение аппарата ПМТ – ПТ.

ППС предназначен для переключения групп ТЭД с последовательного соединения на параллельное. Имеет два положения:

- ПС- последовательное;
- ПП- параллельное.

Исходное положение аппарата ППС- ПС.

Каждый аппарат состоит из:

- двухпозиционного электропневматического привода, катушки которого включены в схему управления;
- кулачкового вала с профилированными шайбами, по обе стороны от которого на рейках установлены кулачковые элементы силовой цепи КЭ-47 и цепи управления ЭУ-5;
- на корпусе аппарата ПМТ установлен датчик тока ДТ-143, включенный в силовую цепь для контроля тока в тормозном контуре;
- на корпусе аппарата ППС установлено реле РПУ (тип РПУ-3), которое предназначено для восстановления работоспособности БПСН после срабатывания защиты и для проверки схемы управления ходового режима без подачи высокого напряжения на вагон (контакт РПУ включен в схему управления в цепь 1-го провода параллельно контактам НР);

- на корпусе аппарата ППС установлены резисторы типа ПЭ-75 (2шт) по 500 Ом, включенные в тормозном контуре силовой цепи для формирования сигнала срабатывания тиристоров защиты Т7 (Т8).
 Электромонтажная схема аппарата ПКГ-761Д представлена на рис.49.

Обозначение по схеме

Аппарат	Катушка привода	Контакт силовой цепи	Контакт цепи управления
ППС	ПС	-	ПСУ
	ПП	ПП	ППУ
ПМТ	ПТ	ПТ	ПТУ
	ПМ	ПМ	ПМУ

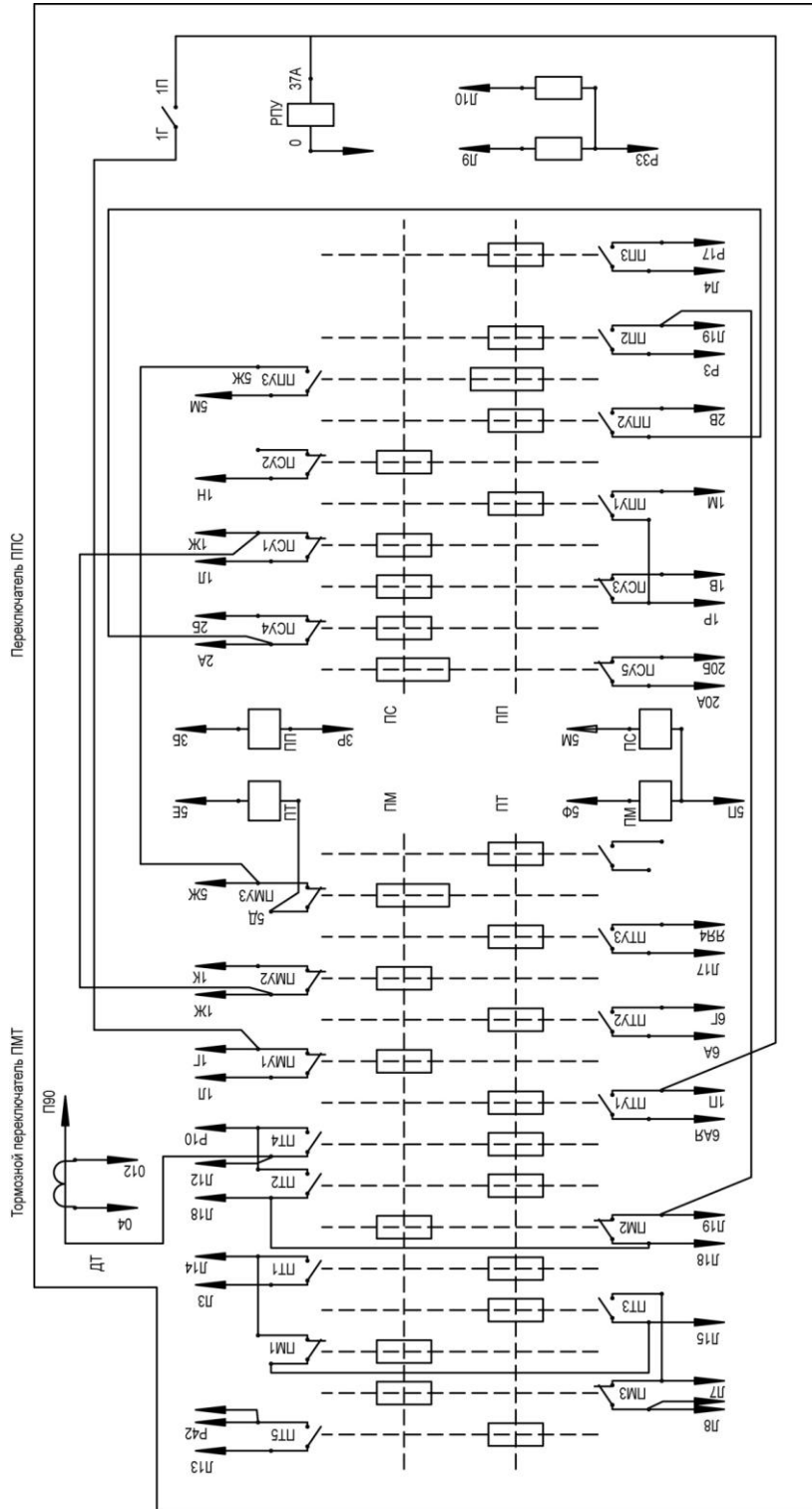


Рис.49 Электромонтажная схема переключателя положений ПКГ-761Д

Технические данные

1. Напряжение главной цепи, В	-750;
2. Напряжение цепи управления, В	-75;
3. Угол поворота кулачкового барабана, град	-45;
4. Число позиций, шт	-2;
5. Напряжение срабатывания, В	-45;
6. Масса аппарата, кг	-241.

Технические данные пневматического привода

1. Диаметр цилиндра, мм	-58;
2. Ход поршня, мм	-40;
3. Номинальное давление воздуха; кгс/см ²	-5,0;
4. Минимальное давление воздуха срабатывания, кгс/см ²	-3,75.

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах справа. Съемные кожуха ящика имеют устройства, исключающие падение их на путь.

2.14.3 Реверсор ПР-772Д

Реверсор предназначен для изменения направления движения вагона путем смены направления тока в обмотках возбуждения (в обмотках якоря) групп ТЭД.

Аппарат кулачкового типа, импульсного действия. Имеет два положения: «Вперед» и «Назад» и приводится в действие двухпозиционным электропневматическим приводом, катушки которого включены в схему управления.

Реверсор представлен на рис. 50, его электромонтажная схема представлена на рис.51.

Реверсор состоит из двух штампованных боковин (1). В боковинах установлены подшипники (2) с кулачковым валом и профилированными шайбами. По обе стороны вала на рейках (3) закреплены 8 кулачковых элементов типа КЭ-47 (5), включенных в силовую цепь и 4 кулачковых элемента типа ЭУ5 (4), включенных в цепь управления. Рейки крепятся к боковинам каркаса.

Реверсор поворачивается в одно из фиксированных положений после подачи питания на соответствующую катушку привода (6).

Внутри аппарата крепится шунт амперметра, к которому подключен амперметр для контроля величины тока силовой цепи.

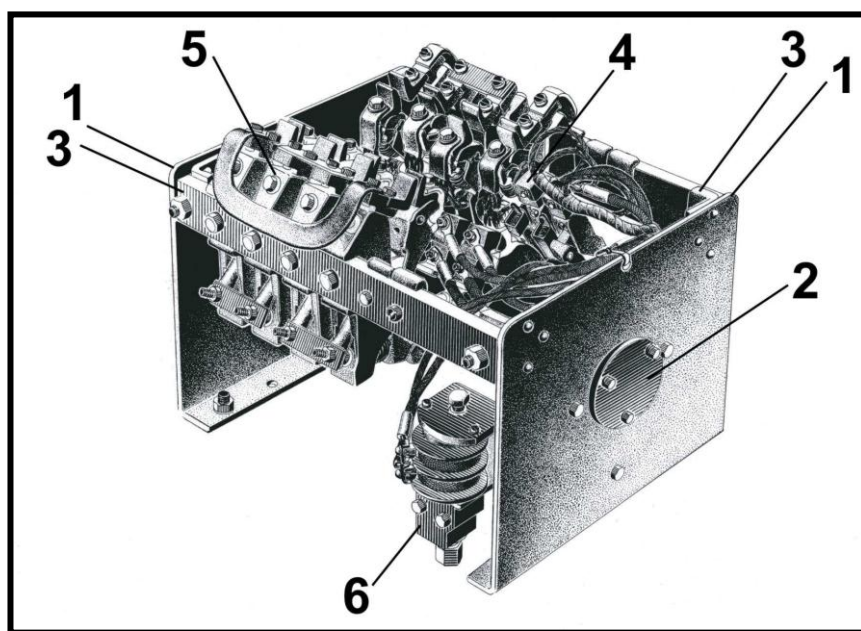


Рис. 50 Реверсор ПР-772Д

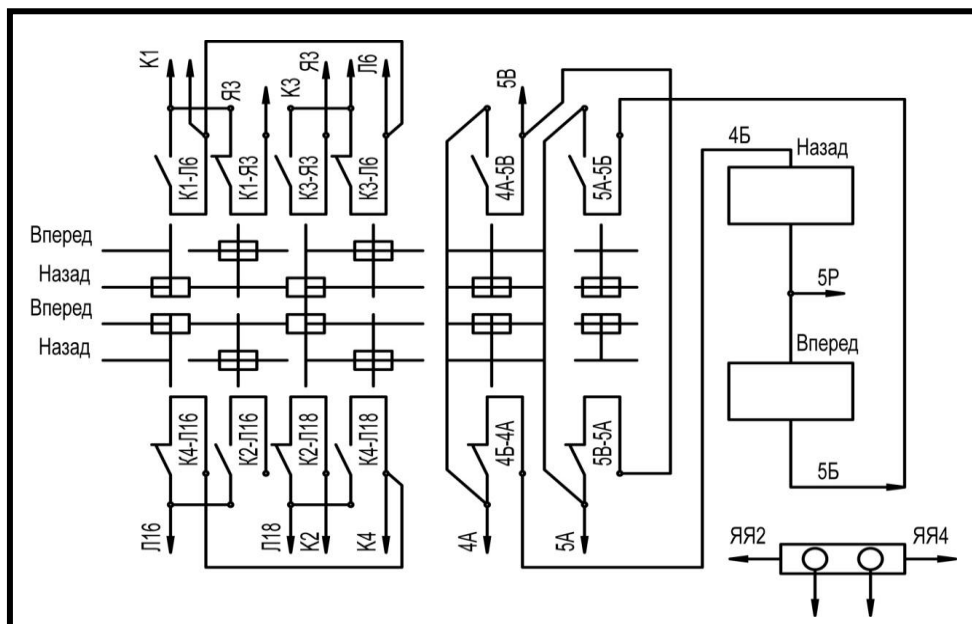


Рис.51 Электромонтажная схема реверсора ПР-772Д

Технические данные:

- | | |
|--|-------|
| 1. Номинальное напряжение силовой цепи, В | -750; |
| 2. Номинальное напряжение цепи управления, В | -75; |
| 3. Угол поворота кулачкового барабана, град. | - 45; |
| 4. Число позиций | -2; |
| 5. Минимальное напряжение срабатывания, В | -45; |
| 6. Масса аппарата, кг | -104. |

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах справа. Съемные кожуха оборудованы устройствами, предохраняющими их падение на путь.

2.15 Аппараты регулирования поля возбуждения ТЭД в тормозном режиме

2.15.1 Тиристорный регулятор РТ300/300

Тиристорный регулятор предназначен для импульсного регулирования поля возбуждения тяговых двигателей в тормозном режиме. Общий вид аппарата представлен на рис.52.

Силовая схема тиристорного регулятора состоит из двух тиристорных ключей: 1-й ключ подключен через контакты КСБ1 к обмоткам возбуждения первой группы тяговых двигателей, а 2-ой ключ контактами КСБ2 к обмоткам возбуждения второй группы тяговых двигателей.

Тиристорный регулятор состоит из: силового блока БС-29, блока управления БУ-13, датчика тока. Силовой блок включает тиристорные ключи, формирователи управляющих импульсов, реакторы, RC-цепи и импульсные трансформаторы.

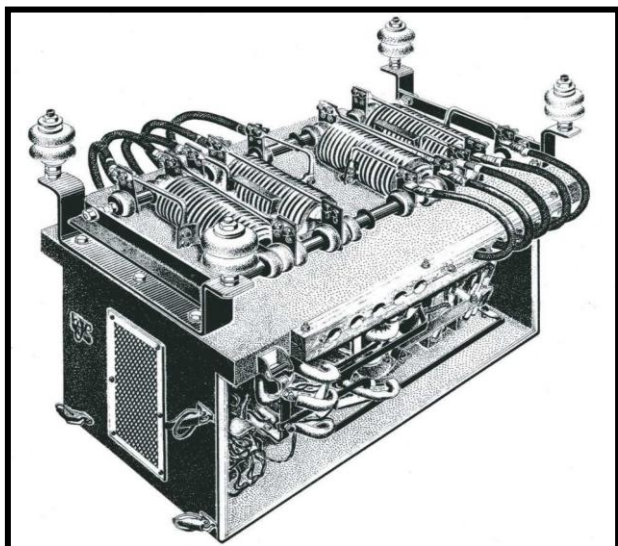


Рис.52 Тиристорный регулятор РТ300/300

Плавное регулирование степени ослабления поля ТЭД осуществляется периодической шунтировкой их обмоток возбуждения силовым тиристорным ключом, управляющие сигналы на который поступают от бесконтактной системы управления, контролирующей с помощью датчика тока якоря их среднее значение. Ослабление поля тяговых двигателей в тормозном режиме меняется от 48% с постепенным усилением до 100%. Уставка тока якоря при регулировании поля на торможении 160-180А на положении главной рукоятки КВ Тормоз-1 и плавно возрастающая по мере снижения скорости на позициях главной рукоятки КВ Тормоз-1А, Тормоз-2 от 250-260А до 350-370А.

После достижения полного поля ТЭД и отключения тиристорных ключей происходит выведение ступеней тормозных резисторов под контролем РУТ. Циклическая схема соединения ТЭД в режиме торможения обеспечивает нормальную работу всей системы при выходе из строя одного из тиристорных ключей.

На случай отказа системы регулирования предусмотрена электронная защита с помощью тиристоры защиты Т7, Т8 и реле РЗ-3, мгновенно шунтирующих обмотки возбуждения ТЭД при возрастании тока якоря до 440-460А (срабатывает реле перегрузки РП и происходит разбор схемы линейными контакторами).

Применение тиристорного регулятора в тормозном режиме позволило обеспечить:

- ускорение процесса самовозбуждения генераторов;
- ограничение напряжения на коллекторе генератора до величины допустимой по коммутации;
- быстрое действие электрического тормоза;
- плавное регулирование тока якоря и тормозной силы.

Указанные достоинства тиристорного регулятора позволили улучшить динамические показатели вагона, повысить коммутационную надежность ТЭД при торможении с больших скоростей.

Работа тиристорных ключей

Тиристорные ключи подключаются контакторами КСБ1 и КСБ2 параллельно обмоткам возбуждения 1-й и 2-й групп генераторов при переходе силовой схемы в режим электрического торможения.

В состав тиристорного ключа 1-й группы входят (тиристорный ключ второй группы аналогичен): две секции коммутирующих конденсаторов С25 и С26; два индуктивных дросселя L1 и L2, для ограничения скорости нарастания тока в процессе перезаряда конденсаторов и гашения основных тиристоры; 4-ре противозарядных диода Д1, Д2, Д5, Д6; перезарядный диод Д3, который служит для перезаряда конденсаторов при открытии основных тиристоры; два основных тиристоры Т1 и Т2; вспомогательный тиристор Т5; тиристор защиты Т7 (во 2-й группе – Т8); резисторы R16 и R17, обеспечивающие равномерное распределение тока в элементах ключа; два подзарядных резистора R14 и R15; резистор R18, включенный параллельно обмоткам возбуждения, ограничивающий перенапряжение, возникающие при регулировании и коммутации основных тиристоры Т1 и Т2; датчик тока ДТ1- датчик тока якоря.

Делитель напряжения Л43-Л42 служит для уравнивания потенциала между двумя тиристорными ключами. Конденсаторы С25 и С26 к делителю напряжения Л43-Л42 подключены по мостовой схеме, образованной резисторами R14 и R15 к основным тиристорам Т1 и Т2. Такая схема включения обеспечивает накопление энергии в конденсаторах при любой очередности включения тиристоры. Схема подключения тиристорных ключей изображена на рис.53.

Тиристорные ключи работают следующим образом: в начальный момент торможения основные тиристоры Т1 и Т2 закрыты (полное поле), тиристор Т5 открыт. От делителя напряжения Л40-Л43-Л42-Л39 происходит первоначальный заряд конденсаторов С25 и С26 до напряжения прямой полярности по цепи: R14, Д6, R16 и R17, С25 и С26, L1, Т5, делитель напряжения.

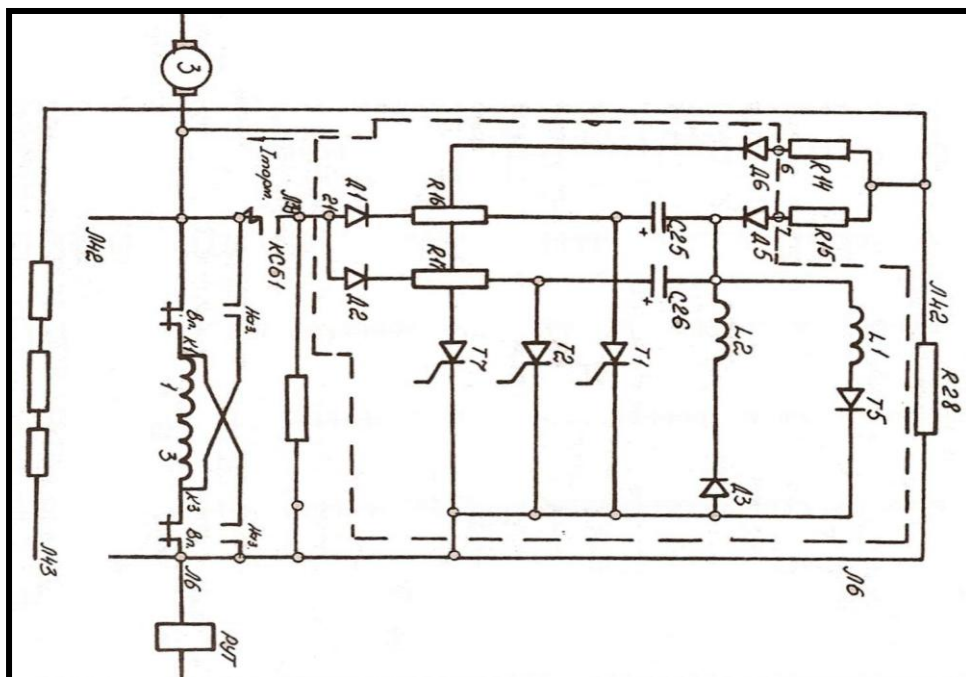


Рис.53 Тиристорный ключ групп двигателей 1-3

В момент возрастания тока якоря генераторов до заданного значения (160-180А) основные тиристоры по команде от блока управления открываются. Вспомогательный тиристор Т5 закрывается. Часть силового тока отводится от обмоток возбуждения, поле генераторов ослабляется. Ток в силовой цепи и тормозная сила уменьшаются. В этот момент конденсаторы перезаряжаются до напряжения обратной полярности по цепи: Т1 и Т2, Д3, L2, С25 и С26.

Блок управления, сравнив силовой ток с током уставки, открывает вспомогательный тиристор Т5, конденсаторы начинают разряжаться через основные тиристоры и гасят их по цепи: С25 и С26, L1, Т5, Т1 и Т2.

После выключения основных тиристоров разрядный ток конденсаторов идет по цепи: С25 и С26, L1, Т5, R18, Д1 и Д2, С25 и С26. Тем самым конденсаторы вновь перезаряжаются до напряжения обратной полярности.

При уменьшении разрядного тока конденсаторов они заряжаются до нормы от силовой цепи. Закрывание основных тиристоров привело к усилению возбуждения генераторов и увеличению тока силовой цепи. Блок управления, сравнив токи, открывает основные тиристоры. Работа тиристорных ключей повторяется.

Величина тока в обмотках возбуждения регулируется изменением соотношения длительности включенного и выключенного состояния ключа, что приводит к плавному регулированию степени возбуждения генераторов от 48% до 100%. После выхода на полное поле по команде от блока управления контакторы КСБ1 и КСБ2 отключаются и начинается электрическое реостатное торможение под контролем РУТ.

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах справа.

2.15.1.1 Основные требования и особенности регулирования электрических параметров тиристорного регулятора

Конструктивно и по электрической схеме регуляторы РТ300/300 на вагонах 81-717 (714) и на вагонах Еж3 (Ем508Т) практически одинаковы. Однако, на вагонах метро 81-717 (714) между анодами главных, вспомогательных тиристоров и тиристором защиты силового блока БС-29 отсутствует перемычка, в связи с тем, что тиристор защиты Т8 второй группы включается в схему через дополнительную катушку реле перегрузки РЗ-3, которая при срабатывании тиристора Т8 разбирает электрическую силовую схему вагона. На вагонах Еж3 (Ем508Т) при срабатывании тиристоров защиты через установленную выдержку времени реостатный контроллер уходит с 1-й позиции и начинает вывод пуско-тормозных резисторов.

Кроме того, значение токов уставок регуляторов РТ300/300 для вагонов метро 81-717 (714) и Еж3 (Ем508Т) отличаются в связи с отличием мощности и характеристик тяговых двигателей ДК-117Д и ДК-116А. В ниже приведенной таблице 7 даны сравнительные величины токовых уставок для разных типов вагонов.

Основные особенности регуляторов РТ300/300 связаны с регулировками регулятора при использовании на вагонах метро 81-717 (714) и Еж3 (Ем508Т), и в узле коррекции тока якоря. На вагонах метро 81-717 (714) на 13-ю клемму блока БУ-13А тиристорного регулятора подается сигнал с авторежимного устройства вагона на клемму 6И, который увеличивает уставку регулятора по мере загрузки вагона пассажирами с 250 до 350А, сохраняя характер поддержания тока во всем диапазоне скоростей торможения в зоне регулирования поля примерно постоянным.

Таблица 7

		81-717/714	Еж3(Ем508Т)
1	Величина тока первой уставки на положении рукоятки КВ «Тормоз-1», А	160-180	140-150
2	Величина тока второй уставки на положении рукоятки КВ «Тормоз-1А» и «Тормоз-2», А	250-260 (при порожнем вагоне)	220-230 (при порожнем и груженом вагоне)
3	Величина тока второй уставки (с учетом воздействия узла коррекции), А	350-370 (при воздействии сигнала авторежимного устройства на клемму 13 БУ13А)	260-280 (при воздействии сигнала с датчика тока возбуждения на клемму 13 БУ13А)
4	Ток срабатывания тиристорной защиты, А	450-470	320-330
5	Величина срабатывания платы тиристорной защиты, В	32,5	28,5
6	Время задержки хода РК, сек	0,8-1,0	0,8-1,0

При использовании регулятора РТ300/300 на вагонах Еж3 (Ем508Т) его токовые уставки от нагрузки вагона пассажирами не зависят, ток якорей в начале торможения с больших скоростей не должен

превышать 220-230А, по мере снижения скорости увеличиваться до 260-280А от воздействия сигнала от датчика тока возбуждения.

Электромонтажная схема подключения силового блока БС-29 представлена на рис.54.

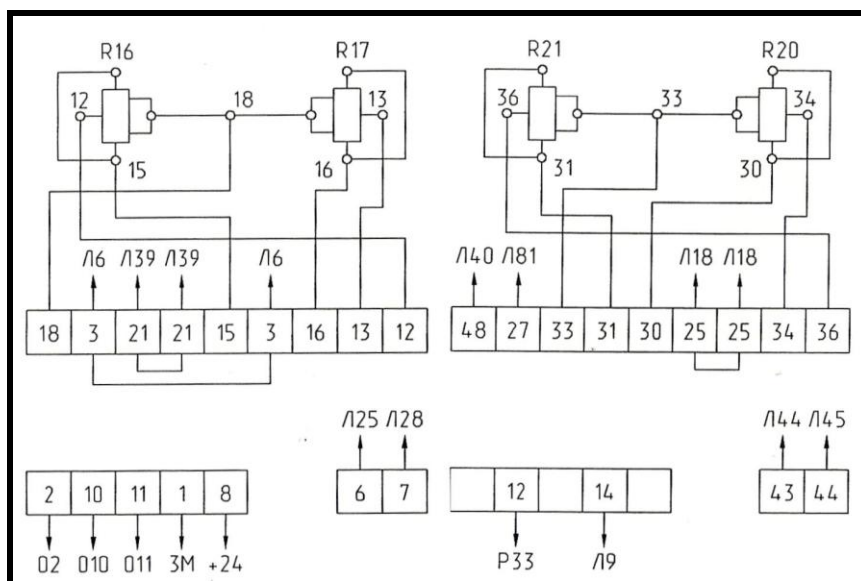


Рис.54 Электромонтажная схема подключения силового блока БС-29

2.15.2 Регулятор ДРП 300/300

Регулятор ДРП предназначен для бесступенчатого регулирования тока возбуждения двух групп тяговых двигателей в режиме торможения.

Регулятор представляет собой 2-х канальный регулятор постоянного тока повышающего типа, встроенный в силовую схему вагона, имеющего четыре тяговых двигателя с последовательным возбуждением и обеспечивает преобразование тока, являющегося разностью токов якоря и обмотки возбуждения тягового двигателя, при входном напряжении равным напряжению на обмотке возбуждения, в выходной ток и напряжение, необходимые для поглощения избыточной электрической мощности в постоянном шунтовом резисторе сопротивлением 1-2 Ом и мощностью до 4-х Квт.

Основные технические характеристики регулятора:

- максимальный входной ток для каждого канала -330А;
- максимальное напряжение на входных клеммах -180В;
- номинальное напряжение питания цепей управления -75В;
- диапазон изменения коэффициента ослабления поля при токах якоря каждой группы двигателей от 100 до 450А -от 0,2 до 0,9;
- продолжительность включения (ПВ) регулятора при длительности цикла 127 с - не менее 40%.

Регулятор содержит:

- два транзисторных модуля А4 и А5, шунтирующих обмотки возбуждения тяговых двигателей в режиме ослабления поля,
- модуль подвозбудителя А6, обеспечивающий принудительное возбуждение тяговых двигателей с целью расширения диапазона начала электрического торможения вплоть до значений скорости движения вагона 5-10 км/ч,
- фильтровые конденсаторы С1-С4,
- датчика тока ТА1, ТА2, формирующие сигналы пропорциональные токам, протекающим через транзисторные модули А4 и А5,
- плату управления А1, формирующую по набору поездных и вагонных сигналов и сигналов с датчиков тока и напряжения импульсные последовательности «Синхр.1» и «Синхр.2», а также сигналы «Выкл.1» и «Выкл.2», поступающие на платы драйверов А2 и А3,
- платы драйвера А2 и А3 формирующие импульсы управления силовыми транзисторными модулями А4 и А5 и обеспечивающие гальваническую развязку между силовыми цепями и цепями управления, а также защиту от превышения напряжения на обмотках возбуждения тяговых двигателей и силовых элементах регулятора,

- блоки зажимов ХТ1 и ХТ2 для подключения обмоток возбуждения и шунтирующих резисторов двух групп тяговых двигателей,
- разъем ХР1 для поездных и вагонных сигналов управления.

Устройство регулятора

Регулятор включает в себя блок управления с двумя платами драйверов и платой управления, модуль подвозбудителя и два силовых регулятора, каждый из которых состоит из блока транзисторного модуля и блока конденсаторов.

Данная схема, по сравнению с ранее используемыми схемами, обеспечивает расширение диапазона и стабильность регулирования тока возбуждения тяговых двигателей, а также повышения надежности регулятора за счет снижения максимального напряжения на его электронных ключах.

Упрощенная схема одного канала регулятора включенного в схему силового привода представлена на рис.55

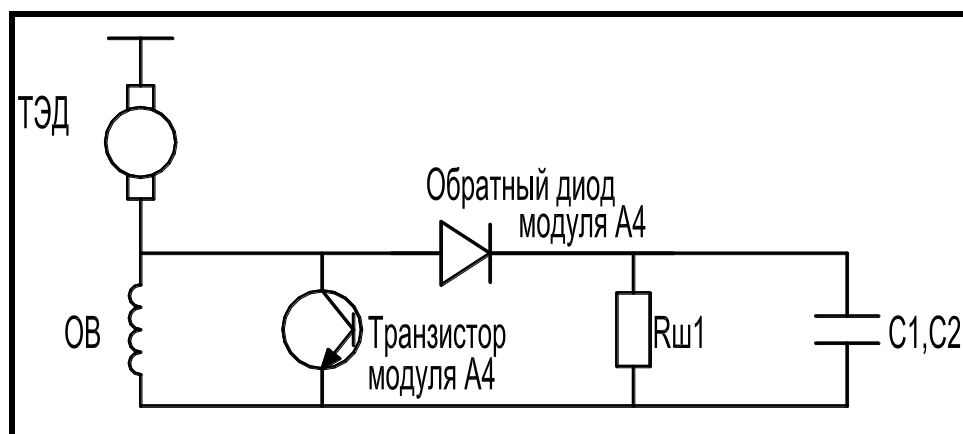


Рис.55 Упрощенная схема одного канала регулятора

Импульсное регулирование тока возбуждения(рис.56) осуществляется изменением относительной длительности импульсов напряжения, прикладываемых к обмотке возбуждения.

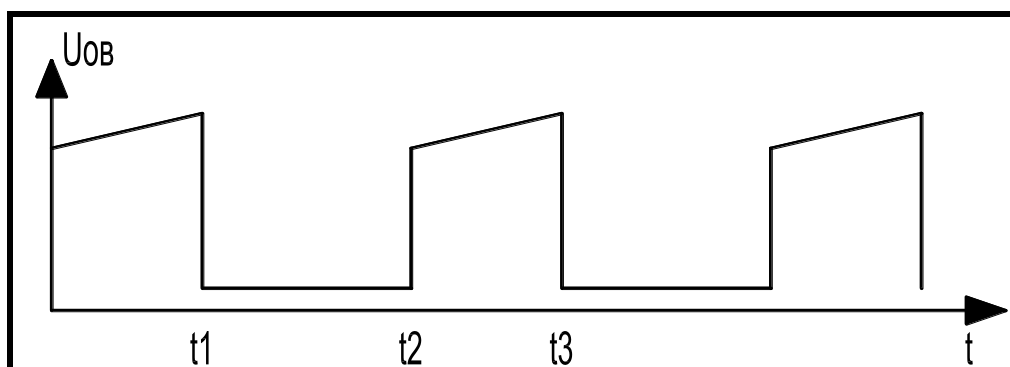


Рис.56 График изменения длительности импульсов напряжения

В момент времени t_1 включается транзистор модуля А4, по которому начинает протекать разность токов якорей одной группы тяговых двигателей и их обмоток возбуждения ОВ. Коэффициент ослабления поля β при этом равен $I_{ов}/I_{я}$. К обмотке возбуждения приложено напряжение, равное падению напряжения на открытом электронном ключе. Это состояние сохраняется до момента t_2 , соответствующего выключению электронного ключа. При выключенном электронном ключе разность токов ($I_{я} - I_{ов}$) начинает протекать через обратный диод модуля А4 и распределяется между резистором $R_{ш1}$ и конденсаторами C_1, C_2 . Напряжение на обмотке возбуждения в этот момент не превышает суммы напряжений на конденсаторах C_1, C_2 и обратном диоде. Данное состояние сохраняется до момента времени $t_3 = (t_1 + T)$ где T -период работы устройства. Коэффициент ослабления поля β зависит от коэффициента заполнения λ « $\lambda = (t_2 - t_1)/T$ », меняя который в пределах от 0 до 1, можно изменять коэффициент ослабления поля двигателя в пределах от 0,95 до 0.

Работа регулятора

При подаче на разъем XP1 сигнала «Вкл» (Тормоз) напряжение 75В поступает на источник питания собственных нужд блока управления, расположенный на плате управления и формирующий напряжение $\pm 15В$ для электронных цепей обработки сигналов. После сбора тормозной схемы вагона на разъем XP1 поступает сигнал «Сб.сх». При этом на плате управления начинают светиться светодиоды «Пит», «+15В», «Сб.сх».

При наличии указанных сигналов регулятор осуществляет регулирование токов якорей групп двигателей на уровне $180 \pm 10А$.

При поступлении на разъем XP1 сигнала «Уст» начинает светиться светодиод «Уст» и регулятор переходит в режим регулирования токов якорей групп двигателей на уровне $(260-360) \pm 15А$ в зависимости от загрузки вагона.

Сформированные ШИМ-контроллером, расположенным на плате управления, импульсы «Синхр.1», «Синхр.2» и сигналы «Выкл.1», «Выкл.2» поступают на платы драйверов А2 и А3, которые формируют сигналы управления транзисторными модулями А4 и А5.

По окончании регулирования поля, при выходе на характеристику полного поля или отсутствии регулирования в области низких скоростей, формируется сигнал «PCY» на разъеме XP1 для включения привода реостатного контроллера. При этом начинает светиться светодиод «PCY».

Отсутствие на разъеме сигнала «Сб.сх» блокирует выдачу сигнала «PCY», предотвращая тем самым включение реостатного регулирования тормозного тока.

После подачи сигнала «Вкл.» (Тормоз) включается модуль подвозбудителя А6, обеспечивающий протекание тока в обмотках возбуждения двигателей порядка 30А на время 5-7с для улучшения их самовозбуждения в зоне низких скоростей. Время включенного состояния подвозбудителя зависит от величины тока якорей двигателей и уменьшается до нуля при токах больших или равных 100А.

Электрическая схема регулятора представлена на рис.57.

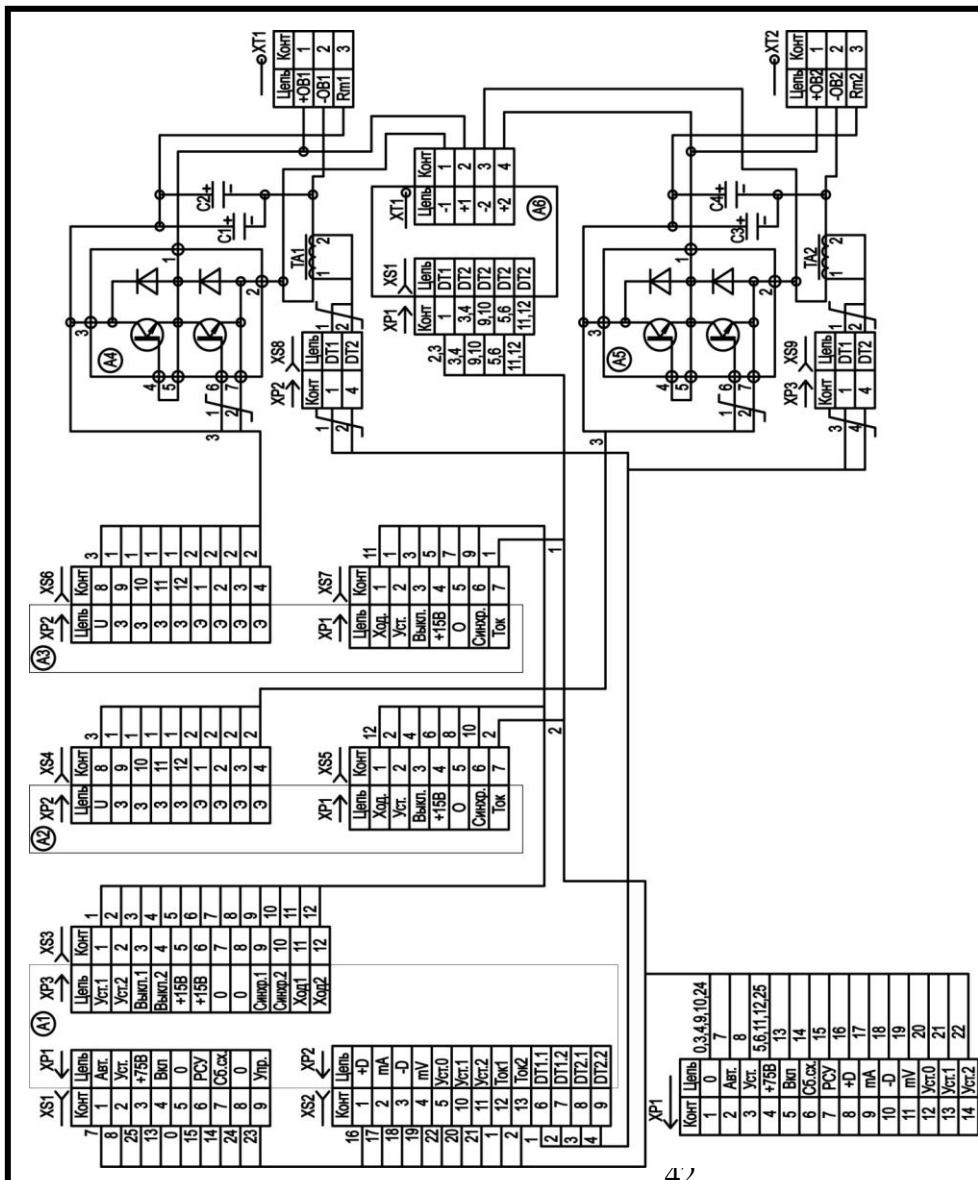


Рис.57 Эл.схема ДРП

2.16 Ящик с аппаратурой ЯРД-2А

Дифференциальное устройство предназначено для защиты групп ТЭД от кругового огня и небаланса токов.

Реагирует на разность токов в группах ТЭД 120 ± 20 А.

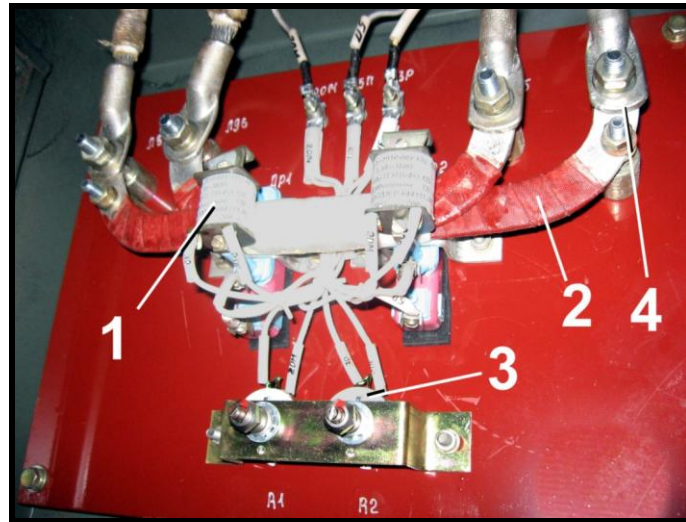


Рис.58 Панель с дифференциальной защитой

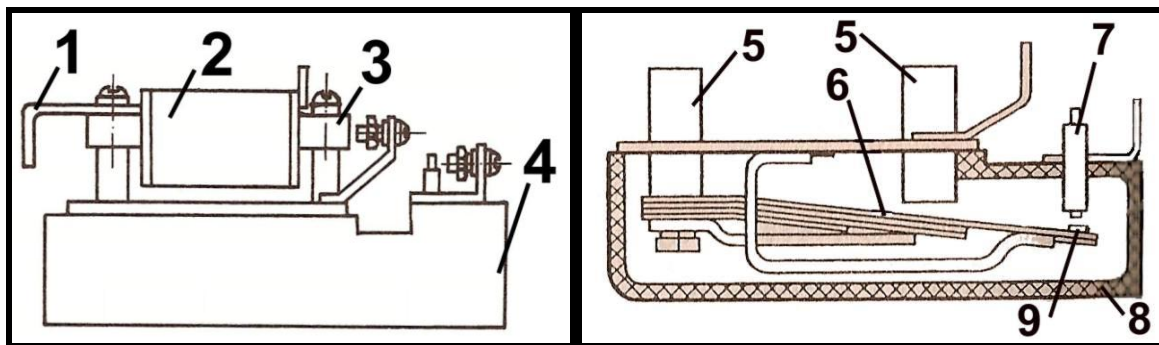
1-герсиконовый контактор; 2-металлическая шина; 3-регулируемый резистор; 4-клемма силового провода

Элементы дифференциальной токовой защиты смонтированы на изоляционной панели, размещенной в металлическом ящике со съемным кожухом, общий вид представлен на рис.58.

На панели установлено два герсиконовых контактора типа КМГ13-1910-00 (1) и два регулируемых резистора СП5-30-1-15Е сопротивлением 5,1 кОм каждый, мощностью 15 Вт (3), четыре силовых контактных зажима (4), две шины (2) и контактные зажимы управления.

Герсиконовый контактор, общий вид которого представлен на рис.59...(а), состоит из герсикона (4), сердечника (3), катушки (2), угольника (1), находящегося под потенциалом подвижного контакта. Выводы катушки имеют крепеж. В герсиконе КМГ13-1910-00 (рис.59б) подвижные (9) и неподвижные (7) контакты помещены в герметичный корпус (8), заполненный защитным газом, что облегчает гашение электрической дуги, возникающей между контактами при их размыкании. В герметичном корпусе расположен якорь (6), несущий подвижный контакт (9), узел неподвижного контакта (7), два полюса магнитной системы (5).

При подаче питания на катушку якорь, укрепленный на одном из полюсов, притягивается ко второму полюсу, контакт замыкается. При снятии питания с катушки якорь отпадает и контакты размыкаются.



а) б)
Рис.59 Общий вид герсиконового контактора (а) и герсикона (б)

Через окна магнитопроводов герсиконовых контакторов проложены две металлические шины по одной от каждой группы двигателей, так что токи в них направлены навстречу друг другу и при нормальной работе двигателей приблизительно равны. Поэтому их результирующий магнитный поток равен нулю.

Подмагничивающие катушки дифференциальных реле ДР1, ДР2 включены в схему управления в цепь 20-го провода и постоянно находятся под напряжением, недостаточным для их срабатывания, т.к. в их цепь включен резистор. Катушки создают в магнитопроводе магнитный поток недостаточный для срабатывания.

Замыкающие контакты ДР1, ДР2 включены в схему управления в цепь катушки РПЛ. Схема включения дифференциальных реле представлена на рис.60.

Из схемы видно, что в случае нарушения баланса токов в группах двигателей, дифференциальное реле срабатывает, замыкая контакт в цепи катушки РПЛ. На вагоне выбивает реле перегрузки и происходит размыкание цепи двигателей линейными контакторами. Восстановление защиты произойдет нажатием на импульсную кнопку возврат РП.

Технические данные

1. Номинальное напряжение, В главной цепи	-750;
цепи управления	-75;
2. Номинальный ток, А главной цепи	-280;
срабатывает при разности токов в группах	-120±20;
3. Время срабатывания, не более, мс	-10;
4. Сопротивление катушек, Ом	-760;
5. Масса аппарата, кг	-20.

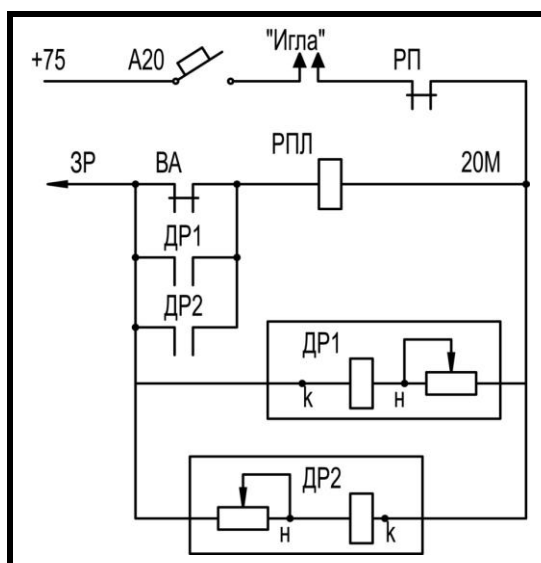


Рис.60 Схема включения дифференциальных реле

Проверка регулировки дифференциальных реле

Проверка регулировки дифференциальных реле ДР1 и ДР2 осуществляется токовой машиной. Провод «плюс» токовой машины подключается к клемме Л5, а провод «минус» - к клемме Л95. Подать напряжение 80 В на клеммы 20А. Для этого с клеммовой рейки ЯРД снять провод 20А. Подсоединить перемычку к контактной стойке реле РПвозврат (Б7) и к проводу 20А в ящике ЯРД. Плавно увеличивая ток, добиться срабатывания реле ДР1.

Для проверки регулировки реле ДР2 «минусовой» провод токовой машины подключить к клемме Л96, а «плюсовой» провод – к клемме Я4. Плавно увеличивая ток, добиться срабатывания реле ДР2.

При необходимости регулировки тока срабатывания реле ДР1 и ДР2 произвести настройку резисторами, включенными последовательно с катушками подмагничивания.

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах слева.

2.17 Реле

Для управления тяговыми двигателями, электрическими аппаратами, для последовательности их срабатывания в электрических схемах управления вагоном метрополитена широко используются электромагнитные реле. Назначение, принцип действия применяемых реле различны. Поэтому, чтобы понять роль каждого реле в схемах, необходимо помнить следующее.

Реле различают по параметру, на который они реагируют и приходят в действие: например - реле токовое, напряжения, температурное. Различают также первичные и промежуточные реле. Первичные реле включают непосредственно в контролируемые ими цепи управления, а промежуточные реле работают от исполнительных органов других реле и применяют их для увеличения числа блокировочных контактов в цепях управления.

Работа электромагнитных реле основана на притяжении якоря к сердечнику электромагнита, по катушке которого протекает ток. Перемещение якоря приводит к переключению контактов. При снятии питания с катушки якорь и контакты возвращаются в исходное положение с помощью отключающей пружины. Чтобы якорь под влиянием остаточного магнетизма не оставался в притянутом положении к сердечнику, на нем укрепляются пластины из немагнитного материала – латуни или меди.

Кроме электромагнитных реле в схемах нашли применение биметаллические тепловые реле, название которых определяется принципом, положенным в основу работы реле.

Для защиты электрических цепей применяют реле самовосстанавливающее, так и с принудительным восстановлением (возвратом). К первым, например, относится нулевое реле, которое срабатывает после подачи напряжения контактной сети на вагон. Ко вторым относятся реле перегрузки, тепловое реле, требующее после срабатывания специального восстановления (возврата). Поэтому в схеме цепей управления обозначена цепь возврата реле, действующая от кнопок управления.

Реле защиты сами не отключают цепей, в которых возникли аварийные режимы, а воздействуют на размыкание цепи управления линейных контакторов, которые своими силовыми контактами принудительно размыкают цепь тяговых двигателей.

Реле включены в силовую цепь, вспомогательную и цепи управления.

Катушка реле, на которую подается ток, обозначают прямоугольником согласно п.19, табл.18. В п.20 табл.18 показаны обозначения катушек реле с выдержкой времени срабатывания и отпускания якоря.

Исполнительный орган реле- контактная система– изображают как показано в п.21 табл.18. Также в п.24 табл.18 даны обозначения контактов реле с выдержкой времени, причем, замедление при замыкании или размыкании могут иметь как размыкающие, так и замыкающие контакты. Замедление создается при движении контакта в сторону противоположную вогнутости в условном изображении.

Общий вид одного из реле показан на рис.61.

Электромагнитное реле состоит из: Г-образного ярма (1), катушки с сердечником (2), якоря (3). Якорь реле поворачивается на призматической опоре и оттягивается от сердечника отключающей пружиной (4). К якорю прикреплены на изолирующих колодках подвижные контакты (5) с притирающей пружиной. Подвижные контакты замыкаются с неподвижными контактами (6) при включении реле.

По характеру действия различают- реле мгновенного действия и реле с выдержкой времени. Реле мгновенного действия включаются или отключаются мгновенно при подаче или снятии напряжения с катушки, а реле с выдержкой времени через некоторое время, называемое выдержкой времени.

Реле объединяются в отдельные группы и монтируются на панелях.

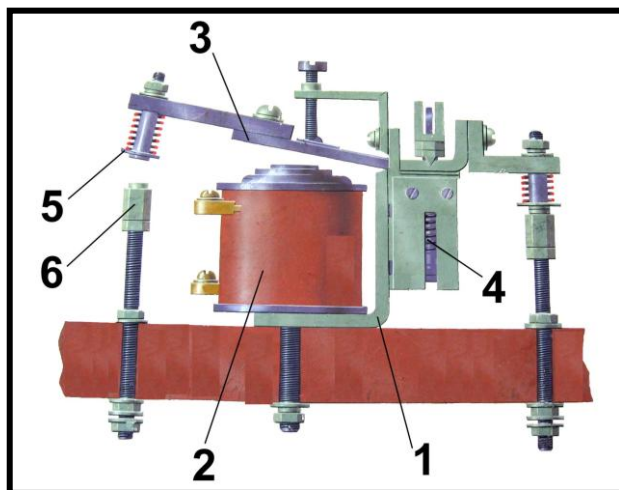


Рис.61 Реле РМ-3000

2.17.1 Ящик с реле ЯР-13Д-1

Ящик с реле ЯР-13Д-1 предназначен для размещения в нем электромагнитных реле, резисторов, диодов.

Общий вид ящика с реле ЯР-13Д-1 представлен на рис. 62, 63, его монтажные схемы представлены на рис.66.В ящике на двух панелях установлены реле:

РПЛ-	тип РМ3001		
РП 1-3-	тип РМ3001	РВ1-	тип Р3100
РП 2-4-	тип РМ3001	РВ2-	тип РМ3100
НР-	тип Р3150	РРТ-	тип Р3100
РСУ-	тип Р3100	РРП1-	тип Р3100
РЗ-1-	тип РМ3001	СР1-	тип РМ3000
РЗ-2-	тип РМ3001	РКР-	тип РМ3000
РЗ-3-	тип РМ3001	РУТ-	тип Р52Б
РПвозв.-	тип РМ3001		

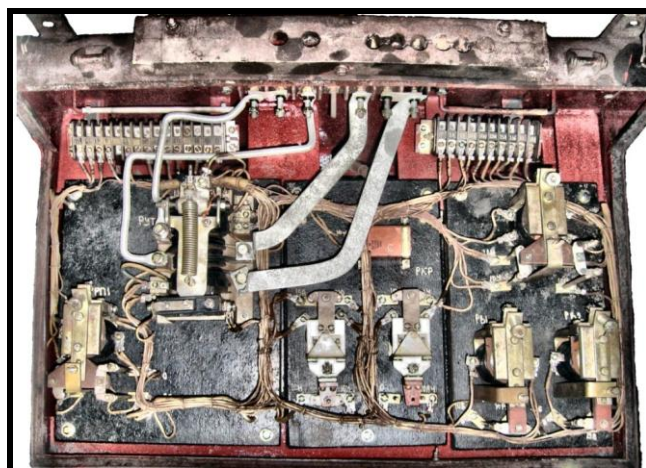


Рис.62 Ящик ЯР-13Д-1 (Внешняя панель)

Резисторы:

- ПЭВР-50-820 Ом- включен в цепь красной лампы РП (18А-24В);
- ПЭВР-50-22 Ом- включен в цепь катушки РРТ (0-10АХ);
- ПЭВР-50-100 Ом- включен в цепь катушки РУТавт (6В-6Ж);
- ПЭВ-50-180 Ом- включен в цепь катушки РРТ (10У-10АХ);
- ПЭВ-50-100 Ом- включен в цепь катушки РРТ (25Д-25А).

Диоды:

- Д112-10-12- включен в цепь красной лампы РП (18А-10АН);
- Д112-10-12- включен в цепь красной лампы РП (24А-24В);
- Д112-10-12-включен в цепь катушки реле РЗ-2 (24А-24Б).
- Тиристор КУ-202Н – включен в цепь катушки РРТ.(25А-10АХ),

Панель с реле перегрузки

Панель с реле перегрузки представлена на рис.64.

Реле перегрузки (РП) представляет собой реле максимального тока. Силовые катушки реле включены в цепь тока защищаемых групп ТЭД и если величина тока в этой цепи превысит ток уставки реле, реле срабатывает.

На одной панели установлено шесть реле:

РПЛ- реле перегрузки, предназначено для оперативного отключения схемы вагона в случае срабатывания дифференциальной защиты или автоматического выключателя. Катушка включена в схеме управления в цепь провода 20М (рис.137).

РП1-3, РП2-4- реле перегрузки, предназначены для защиты каждой группы ТЭД от перегрузок и токов короткого замыкания. Катушки включены в силовой цепи в каждую группу ТЭД. Ток срабатывания 620-660А.

РЗ-1- реле заземления, предназначено для защиты групп ТЭД при тормозном режиме на случай пробоя изоляции. Катушка включена в генераторный контур силовой цепи. Ток срабатывания 0,6-0,8А.

РЗ-2- реле заземления, предназначено для определения вагона, на котором не собралась схема на Ход или Тормоз. Катушка включена в схеме управления в цепь 24-го провода. Ток срабатывания 1А.

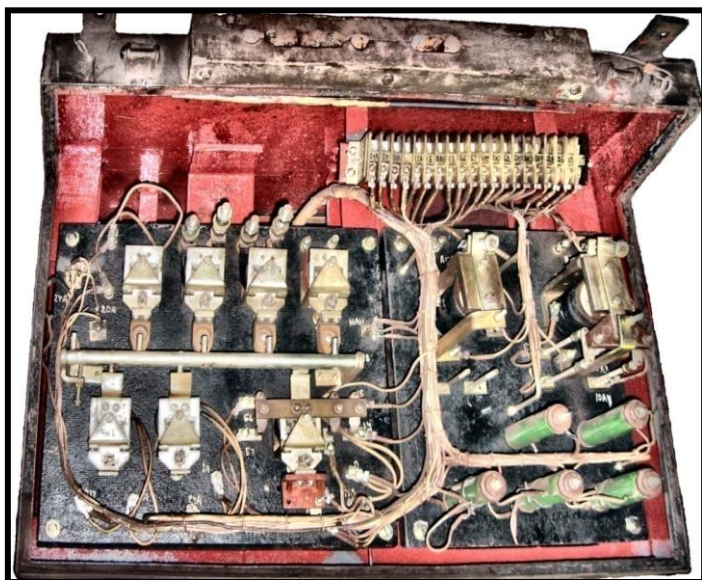


Рис.63 Ящик ЯР-13Д-1 (Внутренняя панель)

РЗ-3- реле заземления, предназначено для защиты тиристорного

регулятора от перегрузок. Катушка включена в цепь тиристорного регулятора. Ток срабатывания 40-60 А.

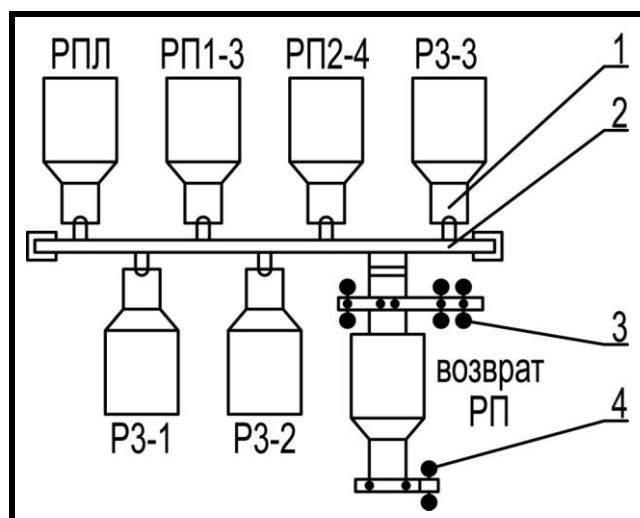
РПвозврат- реле перегрузки, предназначено для восстановления РП после его срабатывания. Катушка реле включена в схему управления в цепь 17-го провода.

Из рис.64 видно, что при срабатывании любого РП или РЗ хвостовик этого реле ударяет по упору валика, валик поворачивается и отключается реле РПвозврат. При этом размыкаются контакты РП, расположенные на якоре реле РПвозврат (3) и включенные в цепь катушек приводов линейных контакторов 1-го, 20-го и Б7 проводов. Произойдет принудительное отключение линейных контакторов, которые разомкнут свои силовые контакты в цепи ТЭД, отключая двигатели от контактного рельса.

Замыкающий контакт (4), расположенный на хвостовике якоря реле РПвозврат, включенный в цепь 18-го провода, замкнется и сработает сигнализация- на пульте управления загорятся сигнальные светодиоды ЛСН и РП, а на кузове неисправного вагона загорятся зеленые лампы РП.

Для восстановления РП в рабочее положение необходимо подать импульсное питание на катушку реле РПвозврат кнопкой «Возврат РП». Якорь реле притянется к сердечнику и встанет на защелку. Разомкнется контакт РП в 18-м проводе и погаснут бортовые зеленые лампы РП (светодиоды ЛСН и РП погаснут при переводе главной рукоятки КВ в нулевое положение) и замкнутся контакты РП в цепи 1-го, 20-го и Б7 проводов.

РП восстановлено.



1- ударник, 2- валик, 3- размыкающие контакты, 4- замыкающий контакт

Нулевое реле НР

Нулевое реле предназначено для защиты групп ТЭД на моторном режиме, на случай снятия напряжения с контактного рельса или его понижении ниже 190В, вызывая разбор схемы линейными контакторами.

Катушка реле включена в высоковольтную вспомогательную цепь, замыкающий контакт- в цепь 1-го провода (см. рис.137)

Напряжение включения, В -360-380;

Напряжение отключения, В -190-120.

Опасно не понижение напряжения, а следующее за этим повышение напряжения. В этом случае двигатели оказались бы включенными без пусковых резисторов, по ним бы прошел большой ток, что привело бы к их повреждению.

Применение нулевого реле НР позволило обеспечить повторное подключение ТЭД с полностью введенными пусковыми резисторами. Поэтому в случаях понижения высокого напряжения в контактном рельсе и отключения НР происходит разбор схемы ходового режима линейными контакторами, реостатный контроллер возвращается на 1-ю позицию.

Машинисту рекомендуется главную рукоятку КВ перевести в нулевое положение и после повышения высокого напряжения в контактном рельсе и включения НР собрать схему на Ход.

Реле системы управления

Реле системы управления предназначено для осуществления перехода от импульсного регулирования поля регуляторов к реостатному торможению.

Катушка реле получает питание по команде от блока управления после открытия тиристора Т17. Размыкающий контакт РСУ включен в цепь 6-го провода, в цепь катушек КСБ-1, КСБ-2.

Реле времени РВ-1

Реле времени РВ-1 задерживает отключение обмотки возбуждения СДРК на время торможения РК на позиции.

Катушка реле включена в цепь 2-го провода, замыкающий контакт реле включен в цепь обмотки возбуждения СДРК. Выдержка времени на отключение 0,6-0,7 сек. Размыкающий контакт РВ-1 включен в цепь 8-го провода.

Реле времени РВ-2

Реле времени РВ-2 задерживает отключение линейных контакторов ЛК-1, ЛК-3, ЛК-4, ЛК-5 для мягкого сброса схемы с ходовых позиций.

Катушка реле включена в цепь 33-го провода, замыкающий контакт реле включен в цепь катушки Р1-5. Выдержка времени на отключение 0,6-0,7 сек.

Стоп реле СР-1

Стоп реле СР-1 предназначено для остановки РК на позиции после снятия питания с катушки.

Катушка реле включена в цепь 2-го провода. Реле имеет два контакта: замыкающий, через который подается питание на якорь СДРК; размыкающий, создающий короткозамкнутый контур для торможения якоря СДРК на позиции.

Реле контроля реверсора РКР

Реле контроля реверсора РКР контролирует включенное положение реверсора в заданном направлении движения.

Катушка реле включена в цепь 5-го (4-го) провода, замыкающий контакт включен в цепь 1-го (6-го) провода.

Реле ручного торможения РРТ

Реле ручного торможения РРТ предназначено для остановки РК на позиции при переводе главной рукоятки КВ из положения «Тормоз-1» в положение «Тормоз-1А».

Реле имеет две катушки:

-подъемную, получающую питание при вращении РК после замыкания РКМ1;

-удерживающую, получающую питание по 25-му проводу.

Якорь реле притягивается магнитным потоком обеих катушек, а удерживает якорь притянутым магнитным потоком одной удерживающей катушки. Размыкающий контакт РРТ включен в цепь питания якоря СДРК, а замыкающий контакт РРТ создает короткозамкнутый контур якорю СДРК для остановки РК на позиции.

На вагонах 81-717.5М, 81-714.5М реле РРТ имеет одну катушку, включенную в цепь 25-го провода и получающую питание после вращении РК, замыкания кулачкового элемента РК – РКМ1 и открытия тиристора (25А-10АХ).

Реле резервного пуска РРП1

Реле резервного пуска РРП1 предназначено для переключения схемы управления при переходе на резервное управление.

Катушка реле включена в цепь 14-го провода, контакты реле включены в цепь провода ЗР.

Реле ускорения и торможения РУТ

Реле ускорения и торможения РУТ контролирует величину тока в силовой цепи и под контролем РУТ вращается РК и происходит вывод пуско-тормозных резисторов. Реле РУТ изображено на рис.65.

На одном сердечнике установлено 5 катушек:

- **авторежимная** - предназначена для изменения уставки РУТ в зависимости от загрузки вагона. Ее магнитный поток направлен против магнитного потока силовых катушек. Катушка включена в схеме управления в цепь авторежима.

- **регулирующая** – не применяется и в схему не включена.

- **две силовые** – включены в силовую цепь вагона каждой группы ТЭД для контроля силового тока, действуя совместно с магнитным потоком подъемной катушки, притягивают якорь к сердечнику

- **подъемная** - предназначена для четкой фиксации якоря РУТ на позициях. Ее магнитный поток действует согласно с магнитным потоком силовых катушек. Катушка включена в схеме управления и получает питание при вращении РК после замыкания РКМ1.

Контакты РУТ включены в цепь якоря СДРК: размыкающий- через который получает питание якорь СДРК и замыкающий, через который создается короткозамкнутый контур якорю СДРК, для торможения РК на позиции.

Изменение регулировки РУТ

Уставкой РУТ называется величина тока в силовой цепи, при котором якорь РУТ отпадает.

При работе одних силовых катушек уставка РУТ равна 310-340 А.

Изменение уставки РУТ происходит за счет авторежимной катушки, магнитный поток которой, направлен против магнитного потока силовых катушек. Поэтому с учетом работы авторежима уставка РУТ повышается до 395-425 А.

На позициях тормозного режима при регулировании поля генераторов уставка тока якоря регулируется с помощью датчиков тока якоря ДТ, электронной схемы управления БУ-13 тиристорного регулятора РТ300/300 и ее среднее значение меняется при воздействии датчика авторежима в зависимости от

нагрузки вагона от 250-260 А до 350-360 А, тем самым, обеспечивая щадящий коммутационный режим тяговых двигателей ДК-117.

В режиме тяги и торможения РУТ реагирует на сумму токов обеих групп ТЭД, так как силовые катушки РУТ включены соответственно в цепь 1-ой и 2-ой групп двигателей.

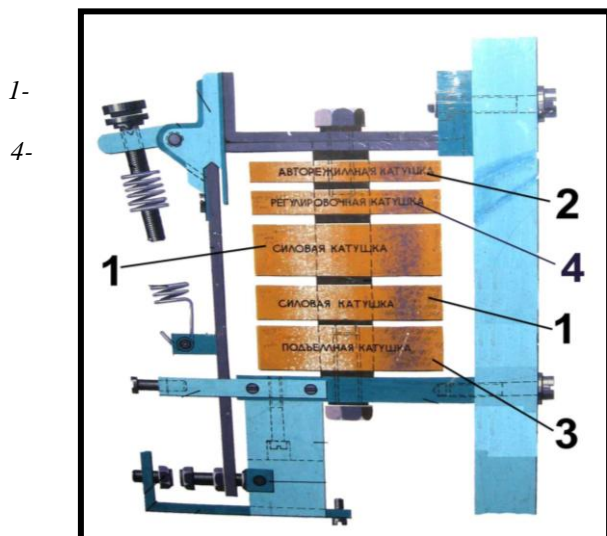


Рис.65 Реле РУТ
силовые катушки, 2-авторежимная катушка, 3-подъемная катушка, регулировочная

Технические данные контактов реле

Таблица 8

Тип реле	Допустимый ток, А	Раствор контактов, мм	Провал контактов, мм	Нажатие контактов, кГс	Толщина контактов, мм
PM3001	20	4	0,2	0,17-0,25	0,2
P52Б	10	3	-	0,08	0,5
P3150	10	4	0,5	0,17-0,25	0,2
P3100	20	4	0,5	0,17-0,25	0,2
PM3000	20	4	0,5	0,17-0,25	0,2

Технические данные реле

Таблица 9

Тип реле	Обозначение по схеме	Номинальное напряжение цепи или тока			Сопротивление катушки, Ом	Количество контактов		Выдержка времени, сек
		Катушка напряжения		Катушка токов		Н.З.	Н.Р.	
		В	Наимен					
P3100	РРП1	75	подъем.	-	162	1	1	
	PCY	75	подъем.	-	275	1	-	
	PВ1	75	подъем.	-	200	1	1	0,6-0,7
	PВ2	75	подъем.	-	200	-	1	0,6-0,7
	PPT	75	подъем. удержив.	-	28 2,2	1	1	-
P3150	НР	750	подъем.	-	690	1	1	-
PM3000	CP1	75	подъем.	-	372	1	1	-
	PKP	75	подъем.	-	372	-	1	-
PM3001	PЗ-1	75	подъем.	-	338	-	-	-
	PЗ-2	75	подъем.	-	73	-	-	-
	PЗ-3	-	силовая	20	-	-	-	-
	РП1-3	-	силовая	225	-	-	-	-
	РП2-4	-	силовая	225	-	-	-	-
	РП1	75	подъем.	-	73	-	-	-
P52Б	РПвозврат	75	подъем	-	73	3	1	-
	РУТавт	75	автореж.	-	129	-	-	-
	РУТпод	75	подъем.	-	25	-	-	-
	РУТ	-	силовая	260	-	1	1	-

Регулирование и настройка реле

Перед регулировкой реле проверить соответствие раствора, провала, нажатия контактов. Регулировать реле с помощью изменения натяжения регулировочной пружины и хода якоря.

Регулировать реле типов Р-3100 и Р-3150 дополнительно путем изменения толщины или количества диамангнитных прокладок. При регулировании выдержки времени, грубая настройка осуществляется с помощью диамангнитных прокладок и хода якоря. Более точная регулировка - с помощью изменения натяжения пружины якоря. В тех случаях, когда требуется отрегулировать реле на определенное напряжение срабатывания и отпадания якоря, вначале регулируется напряжение отпадания с помощью изменения натяжения пружины якоря и толщины диамангнитных прокладок, а затем - напряжение срабатывания с помощью изменения хода якоря.

В обоих случаях следует иметь в виду, что увеличение толщины диамангнитных прокладок со стороны якоря уменьшает выдержку времени и увеличивает напряжение отпадания якоря, не влияя на напряжение срабатывания. Увеличение натяжения пружины якоря уменьшает выдержку времени и увеличивает напряжение срабатывания и отпадания реле.

Реле Р-52Б регулировать путем изменения натяжения пружины, раствора контактов и величины зазора между якорем и полюсом, который в выключенном состоянии составляет 7-1 мм. С увеличением зазора ток срабатывания увеличивается.

При регулировке реле вначале определяется ток отпадания, затем регулируется значение тока срабатывания, обеспечивающего требуемый коэффициент возврата.

Ящик подвешен к раме вагона на изоляторах слева. Съемные кожуха имеют устройства, исключющие падение их на путь.

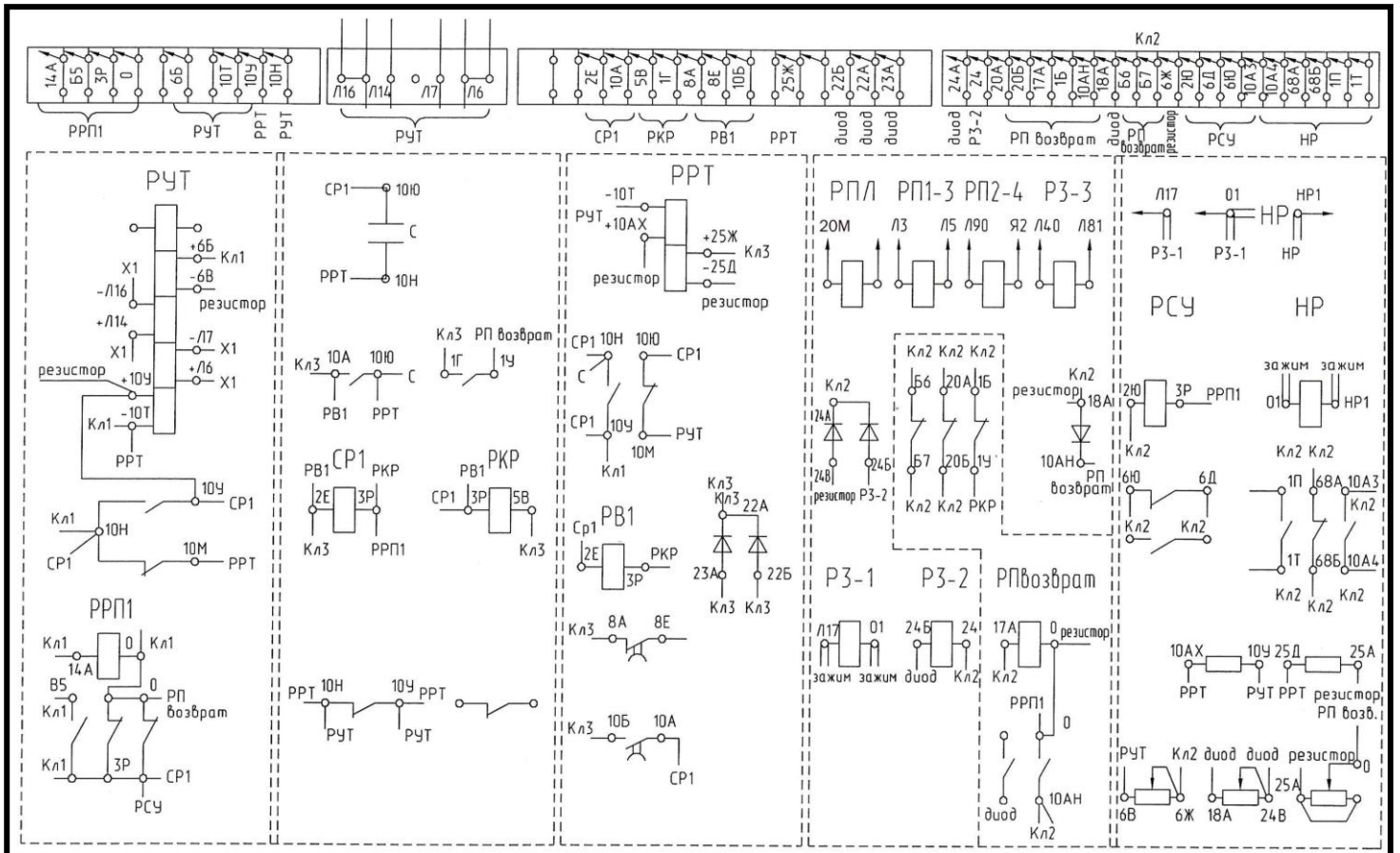


Рис.66 Электромонтажная схема ящика с реле ЯР-13Р

2.17.2 Ящик с реле ЯР-27Г

Ящик с реле ЯР-27Г предназначен для размещения в нем электромагнитных реле, резисторов и диодов. Общий вид ящика ЯР-27Г представлен на рис.67,68, его электромонтажная схема представлена на рис.69.

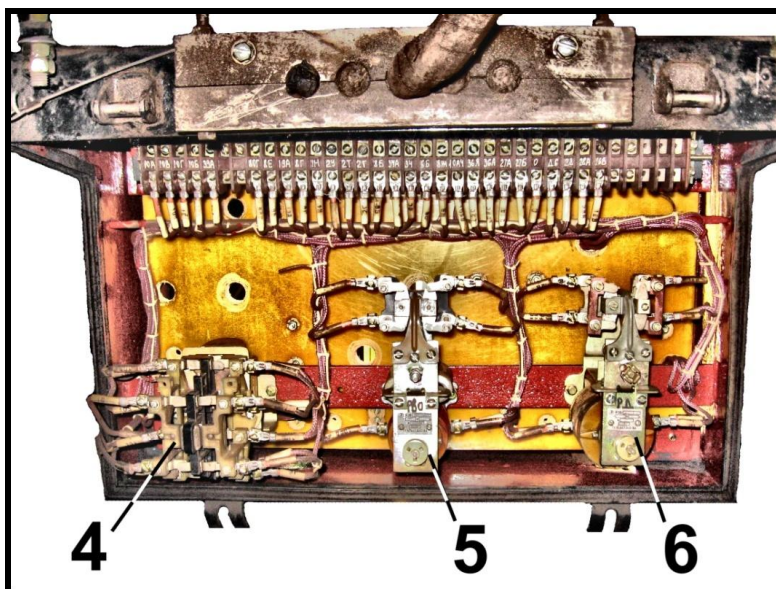


Рис.67 Ящик с реле ЯР-27Г (Внешняя панель)

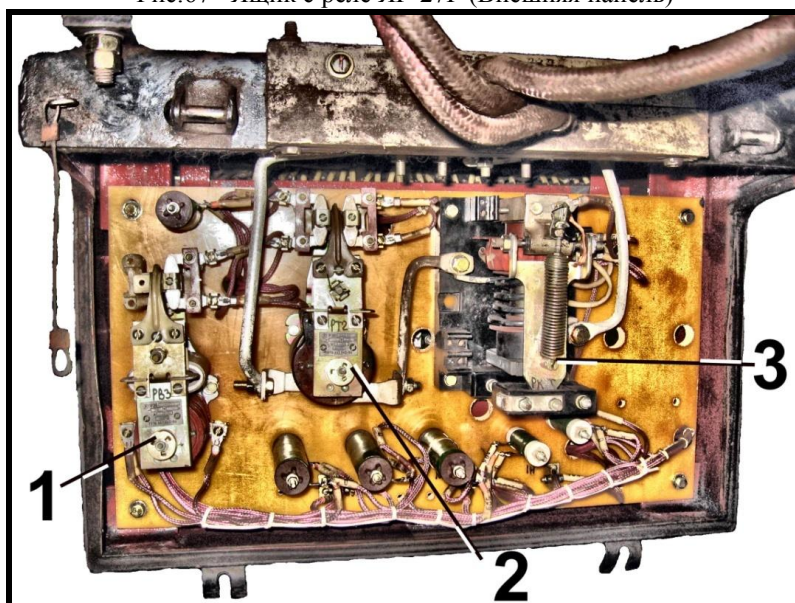


Рис.68 Ящик с реле ЯР-27Г (Внутренняя панель)

В ящике на двух панелях установлены реле, резисторы и диоды ..

РВЗ (1)-	тип РЭВ 813Т	РР (4)-	тип РПУ116Г
РТ2 (2)-	тип РЭВ 830	РВО (5)-	тип РЭВ814Т
РКТТ (3)-	тип Р52Б	РД (6)-	тип РЭВ 821

Резисторы:

ПЭВР-50-150 Ом- включен в цепь катушки РКТТавт (80Б-80Г);
 ПЭВ-50-10 Ом- включен в цепь обмотки возбуждения СДРК (10К-0);
 ПЭВ-50-330 Ом- включен параллельно катушке ВЗ№1 (8Б-0);
 ПЭВ-50-1000 Ом- включен параллельно катушке ВЗ№2 (8Г-0).
 ПЭВ-50-2200 Ом-включен параллельно катушке РД (Д6-0).

Диоды:

Д112-10-12- включен в цепь катушки ВЗ№2 (39А-8Г);
 Д112-10-12- включен в цепь авторежима (10Б-80Г);
 Д112-10-12-включен в цепь параллельно катушке РР (10А-1Н).

Реле дверей РД

Реле дверей РД предназначено для контроля положения дверей на вагоне. Катушка реле включена в последовательную цепь с контактами дверных блокировок. Реле РД имеет два контакта: размыкающий, включенный в цепь 16-го провода; замыкающий, включенный в разрез 28-го провода.

При закрытии дверей на вагонах контакты дверных блокировок замыкаются и включается реле РД. В результате:

- размыкается контакт РД в 16-м проводе и гаснут белые сигнальные лампы на кузове;

- замыкается контакт РД в 28-м проводе и при исправной дверной сигнализации на всех вагонах в составе в головном вагоне включается реле контроля дверей КД, разрешая сбор схемы ходового режима, и на пульте загораются сигнальные светодиоды «Двери» (ЛСД).

Реле времени освещения РВО

Реле времени освещения РВО предназначено для задержки отключения освещения салона на время проезда не перекрываемых токоразделов.

Катушка реле включена в цепь провода 10А3, замыкающий контакт включен в цепь 36-го провода (цепь катушки КПП). Задержка на отключение составляет 3,5-4,5 сек. (только для вагонов 81-717/714).

Реле реверсировки РР

Реле реверсировки РР предназначено для изменения направления вращения вала РК путем смены направления тока в обмотке возбуждения СДРК, а также для подготовки цепи включения реле СР1, РВ1.

Катушка реле включена в цепь провода 10А, контакты в цепь обмотки возбуждения СДРК и в цепь 2-го провода.

Реле времени торможения РВ3

Реле времени РВ3 задерживает срабатывание вентиля замещения №2 на время сбора схемы и появления тормозного тока.

Катушка реле включена в цепь 19-го провода, размыкающий контакт включен в цепь 8-го провода. Задержка на отключение 2,3-2,4 сек.

Токовое реле РТ2

Токовое реле РТ2 предназначено для контроля появления тормозного тока в силовой цепи, в дополнение к ранее действующему сигналу включения контактора ЛК4 (последнего).

Катушка реле включена в тормозном контуре силовой цепи, где протекает ток от двух групп тяговых двигателей, замыкающий контакт реле включен в цепь вентиля замещения ВЗ№2 8-го провода и в цепь вентиля замещения №1 48-го провода.

Ток срабатывания реле 100-130А.

Если величина тока в силовой цепи вагона ниже величины тока срабатывания реле, или на вагоне произошел не сбор схемы тормозного режима (РК на 1-ой позиции), то реле РТ2 не включается и его контакты в цепи 8-го и 48-го проводов замкнуты. Создается цепь включения пневматического тормоза от ВЗ№1 и ВЗ№2, когда главная рукоятка КВ будет переведена в положение Тормоз-2.

Реле контроля тормозного тока РКТТ

Реле контроля тормозного тока РКТТ контролирует наличие эффективного тормозного тока силовой цепи (80% от величины тока якоря).

Реле имеет две катушки: силовую- включенную в тормозном контуре силовой цепи; авторежимную, включенную в схеме управления в цепь авторежима. Магнитные потоки обеих катушек действуют согласно.

Замыкающий контакт РКТТ включен в цепь 34-го провода, в цепь контроля эффективности торможения от АРС.

Если при торможении от АРС ток в силовой цепи не достигнет величины срабатывания, то контакт РКТТ не замкнется в цепи 34-го провода, произойдет обрыв цепи контроля тормоза, если в этом случае по какой-либо причине не вступит в действие ВЗ№2, то работает ЭПК.

При работе одной силовой катушки:

- реле включается при токе в силовой цепи, А 580-620;

- реле отключается при понижении тока в силовой цепи, А 480-520.

При работе обеих катушек:

- реле включается при токе в силовой цепи, А 450-490;

- реле отключается при понижении тока в силовой цепи, А 360-390.

Технические данные контактов реле

Таблица 10

Тип реле	Допустимый ток, А	Раствор контактов, мм	Провал контактов, мм	Нажатие контактов, кгс	Толщина контактов, мм
РЭВ821	10	4	0,5	0,7	0,2
РЭВ814Т	10	4	0,5	0,7	0,2
РПУ116Г	10	4	0,5	0,88-1,18	0,5
РЭВ813Т	10	4	0,5	0,7	0,5
РЭВ830	10	3	0,5	0,7	0,5
Р52Б	10	4	0,5	0,08	0,2

Технические данные реле

Таблица 11

Тип реле	Обозначение по схеме	Номинальное напряжение цепи или тока		Сопrotивление катушки, Ом	Количество контактов		Выдержка времени, сек	
		Катушка напряжения			Катушка токов	Н.З.		Н.Р.
		В	Наимен					
РЭВ821	РД	75	подъем.	-	448	1	1	-
РЭВ814Т	РВО	75	подъем.	-	21	1	1	3,5-4,5
РПУ116Г	РР	110	подъем.	-	160	3	3	-
РЭВ813Т	РВЗ	75	подъем.	-	244	1	-	2,3-2,4
РЭВ830	РТ2	-	силовая	320	-	2	-	-
Р52Б	РКТТ РКТТавт	- 75	силовая регулируем.	320	- 129	-	1	-

Ящик с реле подвешен к раме вагона на изоляторах посередине около 3-ей колесной пары. Съемные кожуха имеют устройство, исключающее их падение на путь.

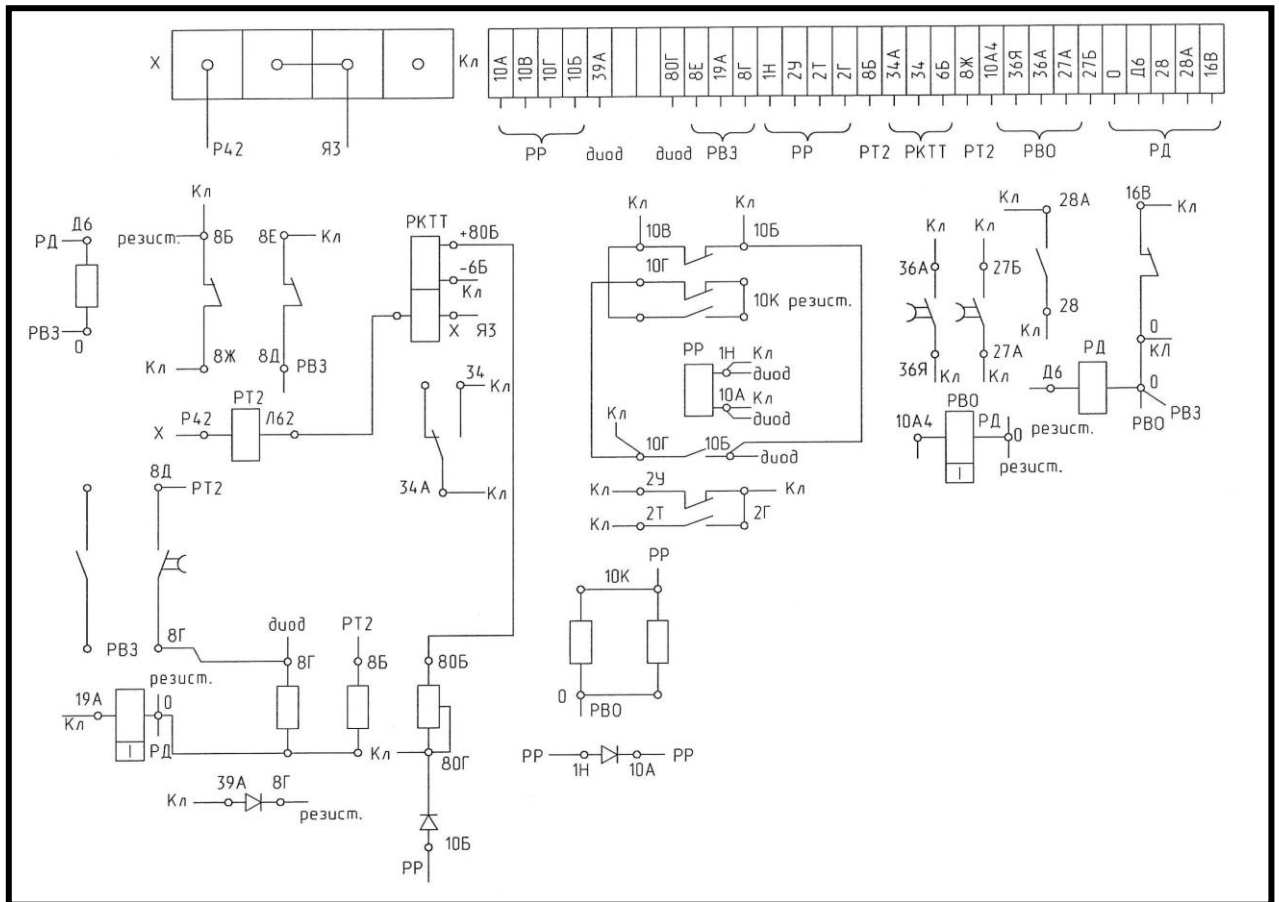


Рис.69 Электромонтажная схема ящика с реле ЯР-27Г

2.18 Электроконтактная коробка автосцепки ЭКК

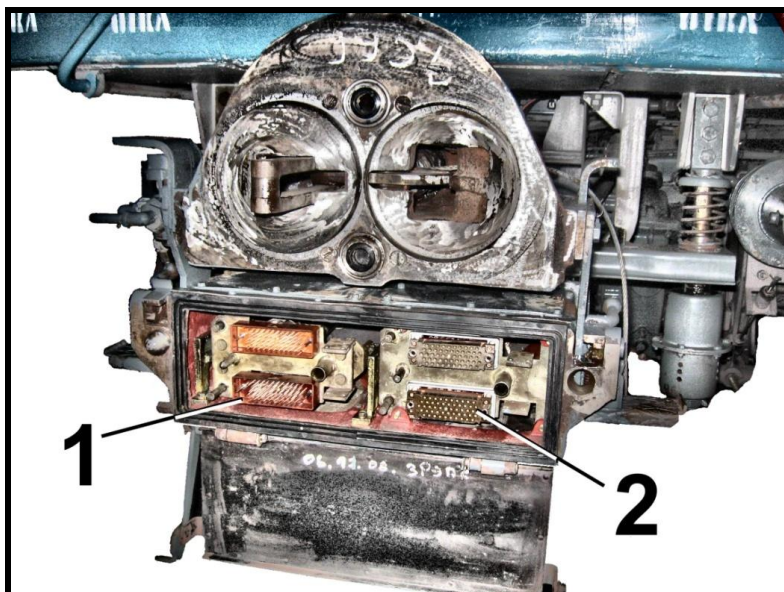


Рис.70 Подвеска ЭКК

Электроконтактная коробка автосцепки ЭКК предназначена для электрического соединения поездных проводов смежных вагонов в непрерывную электрическую цепь, для реализации на каждом вагоне команд, подаваемых машинистом в режимах тяги, торможения и управления вспомогательными цепями для обеспечения управления поездом по системе многих единиц.

ЭКК подвешивается под корпусом головки автосцепки на двух стержневых болтах, вставленных в проушины стальных щековин (рис.70). На концах стержневых болтов имеются пружины, которые при сцепе вагонов обеспечивают плотное прилегание коробок друг к другу.

ЭКК состоит из литого прямоугольного корпуса с передней и задней крышками. Задняя крышка крепится к корпусу болтами и имеет два патрубка для ввода проводов. Передняя крышка откидная с резиновым уплотнением. Внутри корпуса установлены неподвижная панель с колодками соединителя 7Р-52 (2) и подвижная панель с вилками соединителя 7Р-52 (1) (см.рис.70.).

Подвижная панель на подпружиненных стержнях установлена на каретке. Каретка через тягу соединена с пневмоцилиндром, закрепленным на задней крышке. При включении и отключении пневмоцилиндра каретка вместе с подвижной панелью перемещается в направляющих, вилки соединителей 7Р-52, расположенные на подвижной панели входят в контакт с колодками, расположенными на неподвижной панели смежной состыкованной ЭКК.

На подвижной и неподвижной панелях установлены конечные выключатели и регулирующие упоры. Конечные выключатели предназначены для обеспечения сигнализации о состоянии электрического сцепа ЭКК. После захода вилки в колодку, регулирующий упор нажимает на конечный выключатель, который разрывает цепь питания лампы ЛЭКК на пульте управления, сигнализирующей о состоянии сцепа машинисту.

В случае продольного перемещения штырей вилки в гнездах колодки лампы ЛЭКК загорается.

Включение ЭКК осуществляется при помощи пневмоцилиндра двухстороннего действия. Питание пневмоцилиндра происходит от НМ через разобщительный кран, трехходовой кран управления и резиновые рукава с арматурой. Переключение трехходового крана управления производится с помощью реверсивной рукоятки контроллера машиниста, которая вставляется в специальный шлиц на секторе блокировки.

При включении ЭКК воздух подается в заднюю полость пневмоцилиндра. Вилки соединителей 7Р-52 одной коробки заходят в колодки соединителей 7Р-52 смежной коробки. При включении ЭКК рукоятка крана управления располагается вдоль оси автосцепки, сектор крана блокирует рычаги сцепного механизма, исключая расцепление вагонов при включенных ЭКК.

При выключении ЭКК воздух подается в переднюю полость пневмоцилиндра, при этом рукоятка крана управления располагается перпендикулярно оси автосцепки, сектор разблокирует рычаги сцепных механизмов.

Порядок включения и отключения ЭКК

1. Перед сцеплением вагонов открыть передние крышки двух соединяемых ЭКК и зафиксировать их в открытом положении в пазах подвесок.

2. Осмотреть состояние ЭКК на отсутствие повреждений, ослабление креплений 7Р-52, конечных выключателей, деталей подвески ЭКК, к головке автосцепки, направляющих пальцев, центрирующих штырей, упоров и резиновых уплотнений, Подвижные панели с вилками соединителей 7Р-52 должны быть утоплены в корпусе ЭКК.

3. Для обеспечения надежного контакта и уменьшения износа контактных элементов соединителей 7Р-52 высота осей сцепляемых головок должна соответствовать "Нормам допусков и износов оборудования",

4. Включение ЭКК производится после сцепления механической части автосцепок в следующей последовательности:

- проверить положение трехходовых кранов управления на обеих ЭКК, краны должны быть закрыты, а рукоятки кранов должны располагаться перпендикулярно оси автосцепки, рычаги сцепных механизмов разблокированы;

- открыть концевые краны НМ и ТМ, сцепленных вагонов;

- открыть разобщительные краны приводов обеих соединяемых ЭКК;

- проверить величину давления воздуха в НМ по двухстрелочному манометру (включение производить при давлении не менее 6 атм);

- вставить реверсивную рукоятку КБ в шлиц на секторе блокировки трехходового крана управления ЭКК и повернуть ее на 90° против часовой стрелки, чтобы рукоятка располагалась вдоль оси автосцепки. При этом должен произойти характерный щелчок, свидетельствующий о включении соединителей 7Р-52;

- вставить реверсивную рукоятку в шлиц на секторе блокировки трехходового крана управления второй соединяемой ЭКК и включить ее аналогичным образом.

5. Проверить положение указателей включения ЭКК на обоих смежных вагонах- указатели должны быть повернуты в сторону противоположной (сцепленной) ЭКК.

6. Осмотреть состояние соединенных ЭКК на отсутствие зазора между резиновыми уплотнениями корпусов. При наличии зазора выявить и устранить причину.

7. После сцепления всех вагонов состава на головном вагоне включить аккумуляторную батарею и проконтролировать качество сцепления ЭКК по показанию сигнальной лампы ЛЭКК на пульте управления.

Если лампа контроля ЛЭКК не горит, значит, ЭКК включены нормально. Если лампа ЛЭКК горит, необходимо выявить причину данной неисправности и устранить ее.

Расположение разъемов в ЭКК и схемы подключения поездных проводов к контактам разъема представлены на рис..71. (Следом за номером контактного разъема в скобках указан номер поездного провода).



Рис.71 Расположение разъемов 7Р-52 в ЭКК

2.19 Оборудование электроснабжения вагона

2.19.1 Ящик аккумуляторной батареи

Ящик аккумуляторной батареи предназначен для размещения в нем аккумуляторной щелочной батареи.

Металлический ящик состоит из стального корпуса со съемной передней крышкой и выдвинутых поддонов, на которые установлен комплект аккумуляторных элементов. Конструкция ящика предусматривает надежную естественную вентиляцию внутри него и подъемную верхнюю крышку для удобства обслуживания батареи непосредственно на вагоне. Так как аккумуляторный ящик не изолирован от корпуса вагона, внутренняя конструкция ящика предусматривает изоляцию между корпусом и элементами.

Снаружи ящика установлен клеммник для подсоединения проводов внешнего и внутреннего монтажа и два блока с предохранителями типа ПП-28 на 31,5 А каждый, для защиты электрических цепей (обозначение по схеме ПА1 и ПА2).

Щелочная аккумуляторная батарея предназначена для питания низковольтных вспомогательных цепей и цепей управления напряжением +75В.

Аккумуляторная батарея состоит из 52-х аккумуляторных элементов типа НКН-80 (80 – емкость аккумуляторного элемента в ампер часах), расположенных в 13-ти модулях по 4-ре в каждом. Общий вид аккумуляторной батареи представлен на рис.72.

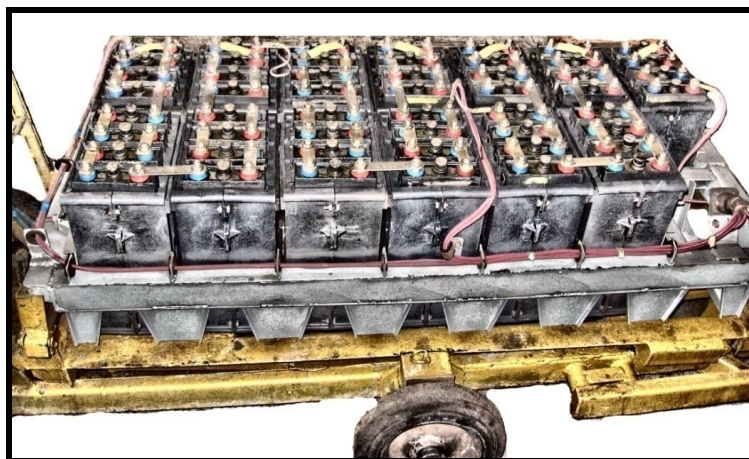


Рис.72 Аккумуляторная батарея

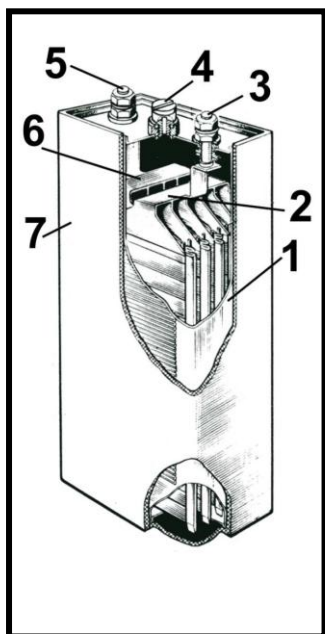


Рис.73 НКН-80

Аккумуляторный элемент, представлен на рис.73, состоит из блоков положительных и отрицательных пластин(2,6), выполненных в виде стальных никелированных решеток, ячейки которых наполнены активной массой и размещенных в стальном закрытом корпусе (1),(7).

Активная масса положительных пластин- гидрат окиси никеля $Ni(OH)_3$; активная масса отрицательных пластин- порошкообразная смесь губчатого железа с гидратом окиси кадмия ($Cd+Fe$).

Пластины соединены с выводными зажимами (3,5), расположенными на верхней части корпуса («+» и «-»). Сверху корпуса имеется отверстие для заливки внутрь элемента электролита и выхода газов, завертывающееся пробкой с резиновым уплотнением (4). При повышении давления газов внутри корпуса элемента резиновое кольцо отходит от пробки, и газы выходят в атмосферу.

В качестве электролита применяется раствор едкого калия плотностью 1,19-1,21 г/см³ с добавлением моногидрата лития.

Между собой аккумуляторные элементы соединяются последовательно металлическими перемычками, образуя общее напряжение 70-75В.

Внутри аккумуляторного ящика проложены два провода марки ПГРО-10-1000В, для подсоединения элементов к электрической схеме. «Плюс» аккумуляторной батареи подключается к 10-му поездному проводу, «земление» минусовых клемм происходит в «земляной» коробке. Схема подключения аккумуляторных батарей показана на рис.74.

Аккумуляторный ящик подвешен к раме вагона слева.

На вагонах Еж3 и всех вагонах Еж применялась система заряда аккумуляторной батареи от напряжения контактной сети 750В через цепи освещения, добавочные резисторы ящичков ЯС-35 и ЯС-24, печи отопления кабины. Такой заряд назывался зарядом по току, т.к. в течение суточной работы на линии ток подзаряда менялся незначительно и было достаточно для надежной работы аккумуляторов в установленном режиме работы вагонов на линии, обеспечив превышение суммы $I_{\text{заряда}} \times \text{время заряда}$ над $I_{\text{разряда}} \times \text{время разряда}$, как 2 (т.е. КПД батареи в расчете принимается как 0,5) и баланс батареи будет обеспечен.

В такой системе добавление дополнительных потребителей всегда нарушает баланс и включение АРС, БУР, АСНП и др., требует дополнительной установки зарядных устройств.

Чтобы уйти от этого недостатка начиная с вагонов 81-717 (714) стали применять заряд по напряжению со статического преобразователя с большей избыточной полезной мощностью 5 кВт (БПСН, ББЭ, ДИП). Но при заряде по напряжению, напряжение поддерживается постоянным 80В и по мере заряда батареи ток падает вплоть до 0,2 А.

Такая система современна, не имеет лишних потерь, но требует тщательного ухода за аккумуляторными батареями. В результате количество элементов в аккумуляторной батарее сократилось до 52, вместо 56-ти, т.к. при глухом заряде напряжение на каждом элементе составляет 1,5-1,6В.

По требованиям европейских стандартов, защита должна быть расположена, как можно ближе к источнику питания. Поэтому, на вагонах 81-717 и 81-714 предохранители ПА установлены на корпусе аккумуляторного ящика.

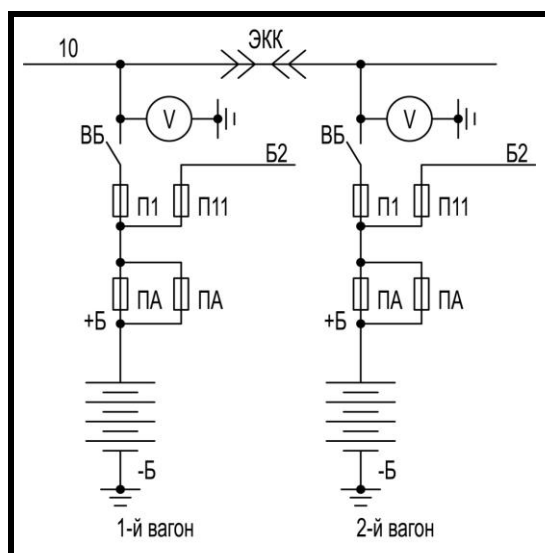


Рис.74 Схема подключения аккумуляторной батареи на вагоне

2.19.2 Блок бортового электроснабжения ББЭ

Блок ББЭ-6У2 является статическим инвертором, преобразующим контактное напряжение 750 В в постоянное стабилизированное напряжение 80 В. От блока ББЭ напряжением 80 В питаются низковольтные вспомогательные цепи, цепи управления, осуществляется подзаряд аккумуляторной батареи и подается 80 В на включение ламп освещения салона.

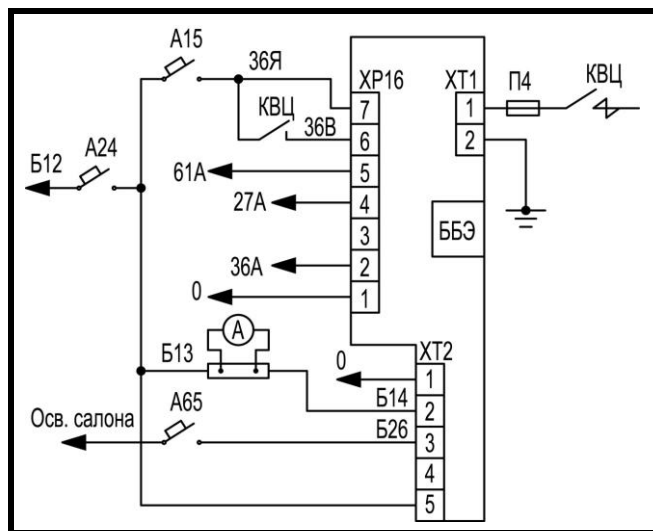


Рис.75 Электрическая схема подключения блока ББЭ

В блоке расположены контакторы управления преобразователем бортового электроснабжения КМ-1 и контактор включения освещения салона-КМ-2 (Тип МК1-20). Схема управления блоком ББЭ представлена на рис.76.

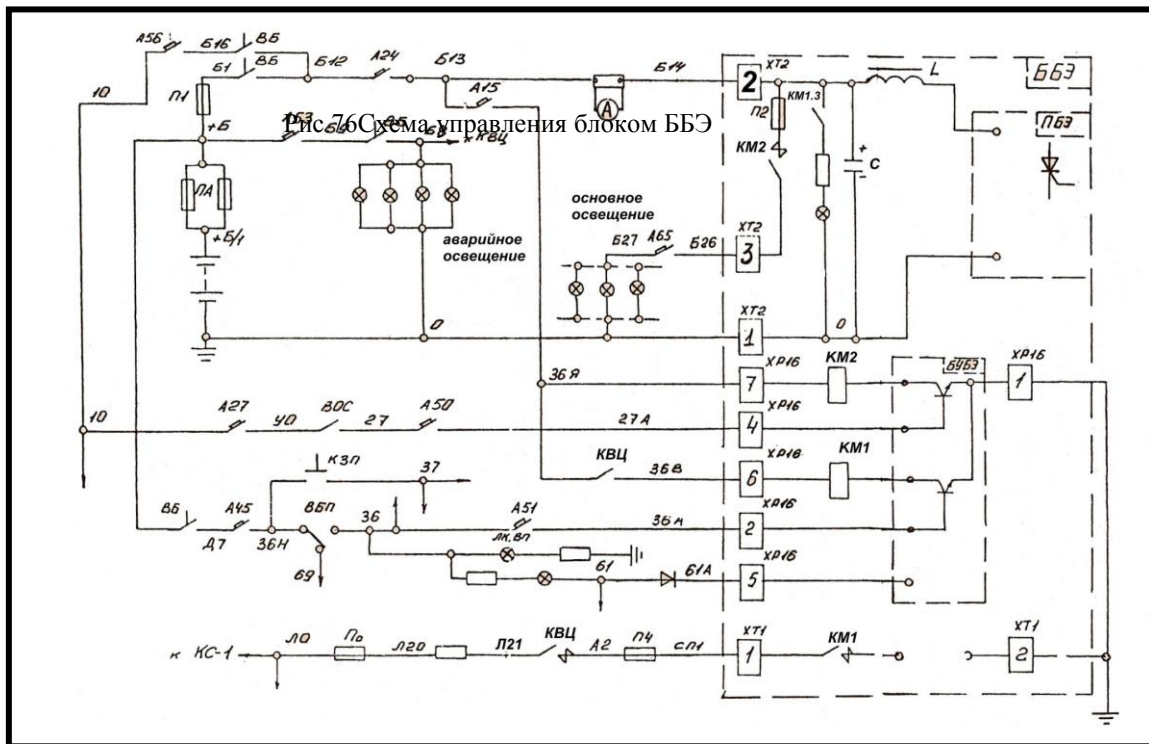
Система автоматического управления блоком бортового электроснабжения (БУБВЭ) поддерживает напряжение заряда аккумуляторной батареи в установленных пределах 72 - 84 В.

Включение блока на аккумуляторную батарею с выхода вторичной стороны преобразователя, осуществляется через выключатель батареи ВБ и выключатель А24.

Электрическая схема подключения блока ББЭ представлена на рис.75.

Защита блока по первичной стороне осуществляется электронной максимальной токовой защитой, защитой от перегрева обмоточных элементов, защитой от асимметрии напряжения на конденсаторах входного фильтра, а также предохранителем П4.

При срабатывании защит, установленных в блоке, отключается контактор КМ1 и неисправный блок отключается от контактной сети. Через 26-28 сек автоматически происходит повторный запуск блока. Если в течение последующих 12-14 сек вновь произойдет срабатывание защиты, то контактор КМ1 отключается и включается поездная сигнализация (загорается сигнальная лампа ЛЗП) и дальнейший запуск блока не производится. При этом в блоке



управления БУ ББЭ происходит запоминание вида срабатывания защиты со светодиодной индикацией на лицевой панели блока управления.

Последующий запуск блока осуществляется после снятия и повторной подаче 80 В выключателем А24.

Аппарат подвешен к раме вагона на изоляторах слева.

2.19.3 Источник питания ДИП-01К

Источник питания ДИП-01К выполняет практически те же функции что и БПСН и ББЭ. Коренное отличие ДИП-01К от БПСН и ББЭ является принципиально новое решение- использование IGBT модулей (силовые транзисторы), применение которых позволило создать компактную, современную конструкцию статического преобразователя с массой 56 кг, вместо 280 кг у БПСН и ББЭ.

Технические данные

- | | |
|--|-----------|
| 1. Мощность выходная максимальная, кВт | -4,8; |
| 2. Входное напряжение постоянного тока, В | -550-975; |
| 3. Выходное напряжение постоянного тока, В | -78-82; |
| 4. Уставка автоматического ограничения выходного тока, А | -58-62; |
| 5. Масса, кг | -56. |

Источник питания ДИП представлен на рис.77, его монтажная схема представлена на рис.78.

Источник содержит входной фильтр, полумостовой инвертор, выпрямитель с нулевой точкой, выходной фильтр, датчики тока, термодатчик, плату питания и защиты, плату регулятора и плату коммутаторов.

Подключение входного высокого напряжения осуществляется к клеммам ХТ1.2(+) и ХТ1.4(-). Нагрузка подключается к клеммам ХТ3.1(+) и ХТ3.2(-). Сигнал управления (+75В) внешним входным контактором выведен на клемму ХТ3.3. Выход силового ключа цепей освещения (+75В) выведен на клемму ХТ3.4. Внешние команды управления источником поступают на разъем ХР1, расположенный на правой боковой стенке источника.

ХР1.1-0;

ХР1.2- подача поездного сигнала включения источника;

ХР1.3- подача сигнала управления внешним входным контактором источника;

ХР1.4- подача поездного сигнала включения освещения в салоне вагона;

ХР1.5- выдача сигнала отказа;

ХР1.6- подача вагонного сигнала включения источника;

ХР1.7- подача вагонного сигнала включения освещения в салоне вагона.

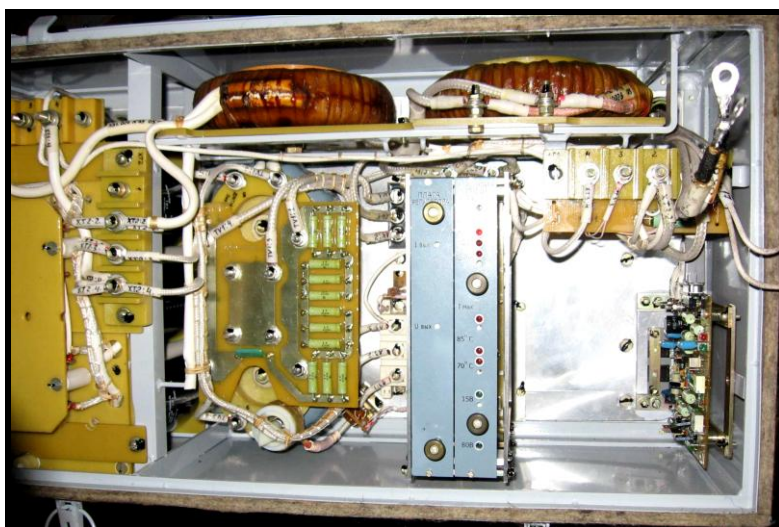


Рис.77 Источник питания ДИП-01К

Управление источником (включение и выключение) осуществляется тумблером ВП, расположенным в 1-м блоке пульта управления (см. рис.106).

Входной фильтр предназначен для сглаживания пульсаций входного тока и защиты инвертора от бросков входного напряжения.

Силовой инвертор преобразует постоянный ток в переменный.

Выпрямитель, состоящий из диодного модуля А4 и выходного фильтра, преобразует переменный электрический ток в постоянный.

Индукционные датчики тока выполнены на трансформаторах тока ТА1 и ТА2. Измерительным элементом термодатчика является диод VD1.

Плата питания и защиты обеспечивает:

- преобразование бортового напряжения 52-84В в стабилизированное напряжение «+15В» для питания собственных нужд источника;
- индикацию наличия бортового напряжения (светодиод «+80В»);
- индикацию исправности источника питания собственных нужд «+15В»;
- защиту от снижения бортового напряжения ниже 30В с целью предотвращения выхода из строя источника питания собственных нужд с одновременной индикацией (светодиод «30В»);
- защиту от превышения входного напряжения источника выше максимально допустимого напряжения с одновременным прерыванием работы инвертора и индикацией этого режима (светодиод «Umax»);
- защиту от снижения входного напряжения источника ниже уровня минимально допустимого напряжения с одновременным прерыванием работы инвертора и индикацией этого режима (светодиод «Umin»);
- защиту от превышения температуры охладителя силовых элементов уровня 70°C с одновременным уменьшением уставки автоматического ограничения выходного тока и индикацией этого режима (светодиод «70°C»);
- защиту от превышения температуры охладителя силовых элементов уровня 85°C с одновременным прерыванием работы инвертора и индикацией этого режима (светодиод «85°C»);
- защиту от аварийного превышения максимально допустимого значения тока через IGBT транзисторы с одновременным отключением силового инвертора и индикацией этого режима (светодиод «Imax»), при этом на клемму ХР1.5 выдается сигнал «ОТКАЗ» и снимается сигнал включения входного контактора (КПП) с клеммы ХТ3.3.

Плата регулятора А2 формируют управляющие импульсы для транзисторного модуля А3 и посредством изменения их длительности обеспечивает:

- поддержание стабилизированного выходного напряжения источника (78-82В) в диапазоне изменения выходных токов от 0 до 58-62А и входного напряжения от 550В до 975В;
- ограничение максимального выходного тока на уровне 58-62А.

Плата коммутаторов А5 содержит электронный ключ управления цепями освещения салона вагона, а также узел обработки внешних команд управления источником. Включение ключа цепей освещения индицируется красным светодиодом «Осв», а подача напряжения на катушку входного контактора КПП-зеленым светодиодом «Вкл», расположенными на плате коммутаторов.

Источник питания ДИП-01К подвешен к раме вагона слева.

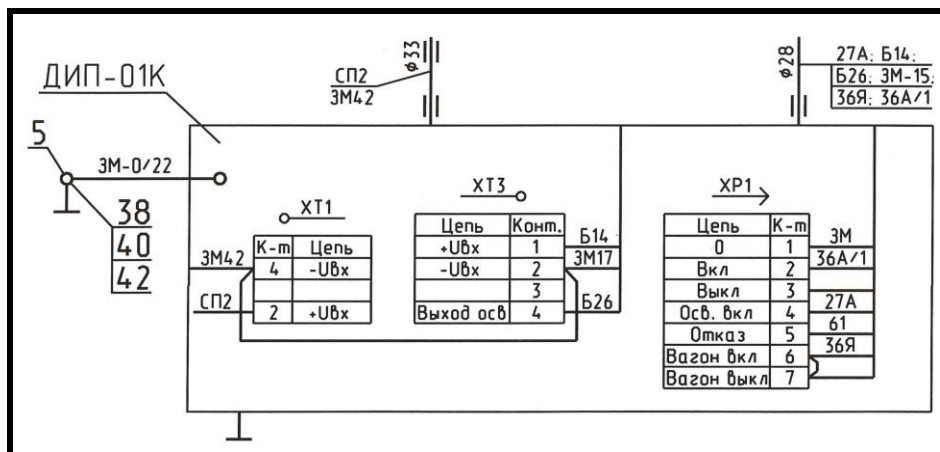


Рис.78 Электромонтажная схема источника питания ДИП-01К

2.20 Автоматический выключатель ВБ-630

Выключатель автоматический ВБ-630 предназначен для защиты электрооборудования силовой схемы вагонов метрополитена на моторном режиме от токов короткого замыкания. Общий вид выключателя представлен на рис.79.

Технические данные

- | | |
|--|--------|
| 1. Номинальный ток, А | -630; |
| 2. Номинальное напряжение, В | -750; |
| 3. Номинальный режим работы выключателя-продолжительный; | |
| 4. Время срабатывания выключателя, не более ,мс | -1; |
| 5. Номинально напряжение цепи управления, В | -75; |
| 6. Уставка по току срабатывания: | |
| датчиков в общей цепи, А | -1500; |
| датчиков в разветвленной цепи, А | -800. |

Выключатель состоит из четырех блоков:

- КУ- контактное устройство;
- БУ- блок управления;
- ПК- панель конденсаторов;
- БВ- блок варисторов;

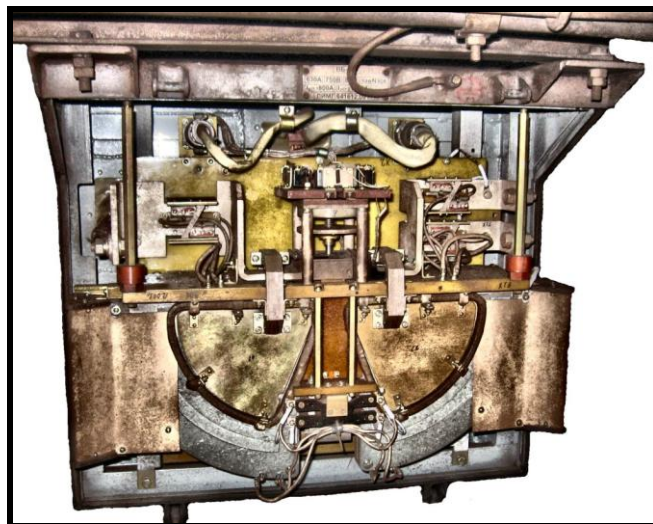


Рис.79 Выключатель ВВ-630

Структурная схема выключателя представлена на рис.80, где :

- КУ- контактное устройство;
- КДС- контактно-дугогасительная система;
- ДТ- датчик тока;
- ЭМП- электромагнитный привод;
- ИДП- индукционно-динамический привод;
- БУ- блок управления;
- ПК- панель конденсаторов;
- БВ- блок варисторов.

КДС выключателя представляет собой мостиковый контакт, помещенный в дугогасительные камеры и систему магнитного дутья.

В качестве датчика тока используется герконовое реле.

Включение и оперативное отключение, а также удержание главных контактов выключателя в замкнутом положении осуществляется с помощью электромагнитного привода ЭМП, который управляется от БУ.

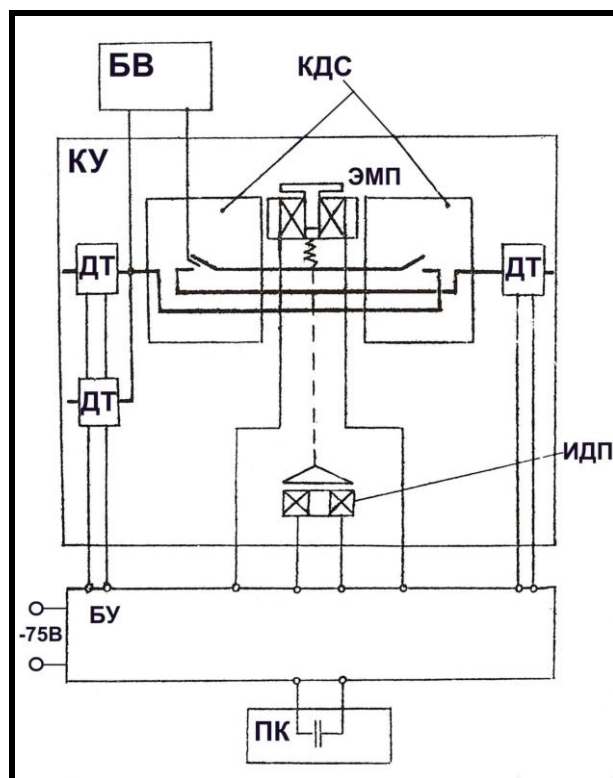


Рис.80 Структурная схема выключателя ВВ-630

При аварийном режиме, когда ток в силовой цепи превысит значение уставки по току короткого замыкания, ДТ выдает сигнал на БУ, в результате чего предварительно заряженный накопительный конденсатор, имеющий ПК разряжается на катушку ИДП (индукционно-динамический привод), который быстро размыкает контакты КДС, вызывая тем самым эффективное ограничение тока. Одновременно производится быстрое прерывание тока в цепи катушки ЭМП.

Происходит размыкание главных контактов и одновременно идет воздействие на разбор схемы линейными контактами (см. рис.137).

После автоматического отключения: выдержать паузу 60 сек., нажать на кнопку "Возврат РП". Если вновь произойдет отключение ВА, то последующее его включение запрещается до устранения неисправности.

Также для проверки работы привода предусмотрено дистанционное оперативное включение и отключение выключателя.

2.21 Контроллер машиниста КВ-70А

Контроллер машиниста представляет собой групповой переключатель с ручным приводом и предназначен для передачи команд от машиниста на управление ТЭД вагонов по системе многих единиц. Переключение цепей управления в контроллере осуществляется кулачковыми элементами, которые переключаются кулачковыми шайбами. Контроллер имеет два вала: реверсивный и главный. Общий вид контроллера машиниста КВ70А представлен на рис.81.

Реверсивный вал предназначен для задания направления движения вагону или поезду. Имеет три положения: Ноль, Вперед, Назад. Переключается съемной реверсивной ручкой КВ, которая вставляется в специальный паз (11) на верхнем основании при нулевом положении вала.

Главный вал предназначен для управления тяговыми двигателями и аппаратами. Имеет семь фиксированных позиций: три на ход – Ход1, Ход2, Ход3; нулевое и три на тормоз- Тормоз1, Тормоз1А, Тормоз2.

Переключается несъемной главной рукояткой КВ. Главный и реверсивный валы заблокированы между собой (7,8), и их перемещения, а следовательно замыкание цепей схемы происходит в строго определенном порядке.

Нельзя главный вал перевести в положение Ход или Тормоз, если реверсивный вал находится в нулевом положении и вытащить реверсивную ручку из КВ, если главный вал находится в положении Ход или Тормоз.

Между верхним (1) и нижним основаниями в подшипниках установлен вал. В верхней части вала установлен реверсивный вал с профилированными кулачками, в нижней части вала расположен главный вал с профилированными шайбами. По обе стороны валов на рейках (3,9) закреплены кулачковые элементы цепи управления ЭУ5 и КЭ48А (4,5,6,10).

Кулачковые элементы главного вала переключаются от воздействия профилированной шайбы, кулачковые контакторы реверсивного вала переключаются изоляционными профилированными кулачками.

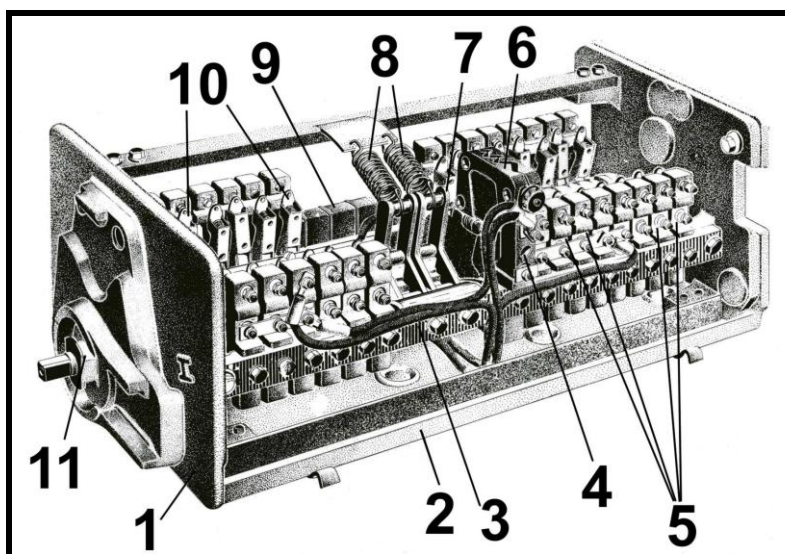


Рис.80 Контроллер машиниста КВ70А

На электрической схеме контроллер машиниста (рис.136) показан в развернутом виде, изображен ряд контакторных элементов контроллера парами незачерненных окружностей в состоянии соответствующем нахождению его рукояток в нулевом положении и подключенные к ним провода цепи управления.

Под контакторными элементами на вертикальных штриховых линиях изображены «точки», соответствующие включенному состоянию контакторного элемента. Штриховыми вертикальными линиями отмечены фиксированные позиции.

При рассмотрении схемы условно считают, что контакторные элементы контроллера находятся в неподвижном состоянии, а развертка кулачкового вала надвигается на них до совмещения вертикальной штриховой линии интересующей нас фиксированной позиции с осью контактов. На каждой позиции замкнуты будут те контакты, с которой совпадут точки. Например: на положении главной рукоятки КВ Тормоз1 замкнутся контакторные элементы У2, 33Г и 20-го проводов, а контакторные элементы 1-й и 17-го проводов разомкнутся.

Именно этот контакторный элемент 17-го провода замкнутый на нулевой позиции включен в цепь катушки «РП возврат» и обеспечивает восстановление схемы после отключения защиты.

Развертку каждого вала контроллера на схеме изображают самостоятельно. Над штриховыми вертикальными линиями указывают позиции для реверсивного и главного валов. В развертке реверсивного вала указывают три его положения: Ноль, Вперед, Назад. В развертке главного вала указывают семь его положений: Ноль, вправо- Ход1, Ход2, Ход3; влево- Тормоз1, Тормоз1А, Тормоз2.

Питание к контроллеру подводится от аккумуляторной батареи по 10-му проводу. Как видно из рис.136, в контроллере имеются две питающие шины: 10АК, У2, которые защищаются автоматом А54.

Перевод каждого из валов на какую-либо позицию приводит к замыканию соответствующих кулачковых элементов и подачи питания на присоединенные к ним провода, обозначенные цифрами. От кулачковых элементов контроллера запитываются поездные и вагонные провода, которые присоединяются к аппаратам согласно схеме цепей управления.

Контроллер КВ70А установлен в кабине головных вагонов.

2.22 Контроллер резервного управления КВ-68А. Выключатель батареи ВБ-13Б

Контроллер резервного управления КВ-68А предназначен для резервного управления тяговыми двигателями и аппаратами при переходе на резервное управление. Общий вид КВ-68А представлен на рис.82, электромонтажная схема на рис.84.

Выключатель батареи ВБ-13Б предназначен для включения и отключения аккумуляторной батареи на вагоне. Общий вид ВБ-13Б представлен на рис.83, электромонтажная схема на рис.85.

Эти аппараты созданы на базе пакетно-кулачковых переключателей типа ПКП-25. Они состоят из прессованных пакетов, в которых расположены изоляционные кулачки, ролики и контактные мостики с контактами, имеющими двойной разрыв. Кулачки устанавливаются на квадратном валу, на конце вала

закреплена рукоятка. В зависимости от поворота рукоятки кулачки включают и выключают контакты. Аппараты имеют фиксации положений, храповик и фиксатор.

Переключение контроллера КВ-68А производится только при помощи реверсивной рукоятки КВ, для чего головка его закрывается крышкой с пазами. Крышка позволяет реверсивную рукоятку КВ вставлять и вынимать только в нулевом положении. Контроллер КВ-68А имеет 3 положения: «0», «1», «2», переключается реверсивной рукояткой КВ. Устанавливается в кабинах головных вагонов в 7-м блоке пульта управления.

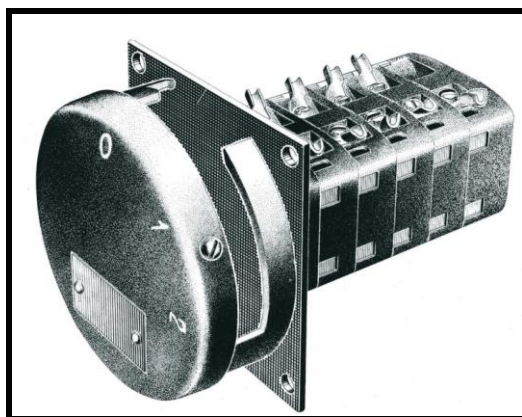


Рис.82 Контроллер резервного управления КВ-68А

Выключатель батареи ВБ-13Б имеет два положения: «0», «1». На головном вагоне выключатель установлен на задней стенке кабины справа, переключается рукояткой выключателя. На промежуточном вагоне выключатель установлен в головной части вагона над дверным проемом и переключается трехгранным ключом.

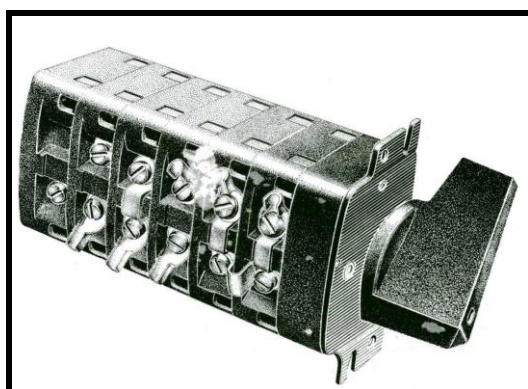


Рис.83 Выключатель батареи ВБ-13Б

Технические данные

Тип аппарата	Ток номинальный, А	Номинальное напряжение, В	Число пакетов
КВ-68А	20	75	5
ВБ-13БУЗ	40	75	5

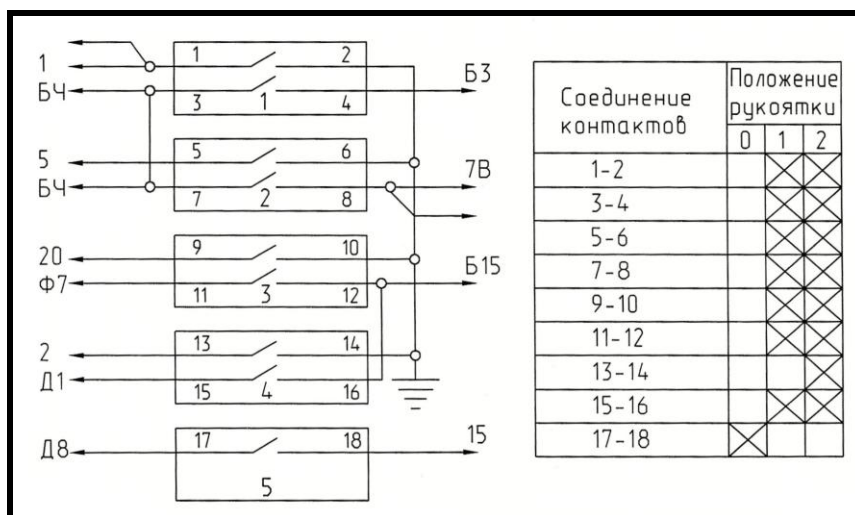


Рис.84 Электромонтажная схема KB-68А

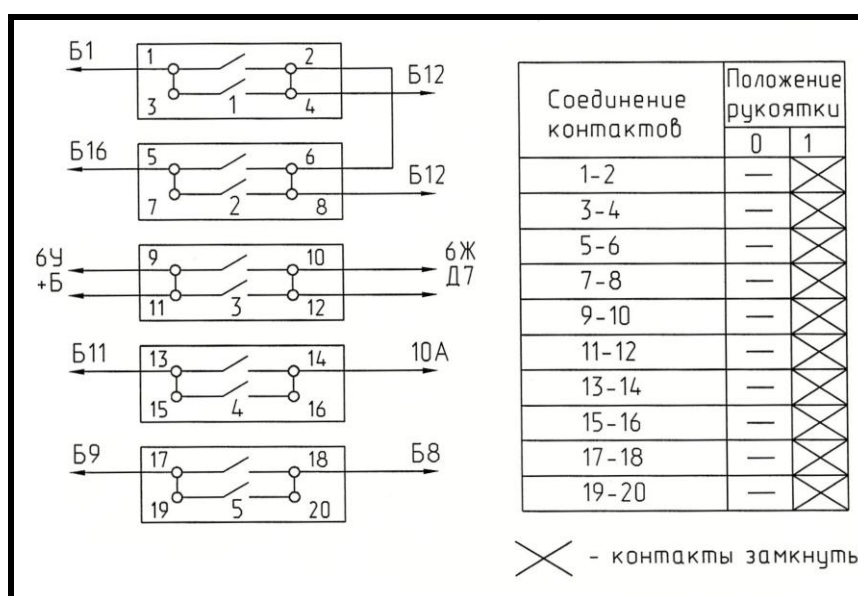


Рис.85 Электромонтажная схема ВВ-13Б

2.23 Панели с реле ПР-144 и ПР-143

Панели ПР-144, ПР-143 выполнены в открытом исполнении и представляет собой изоляционное основание, на котором установлены реле и контакторы. Данные панели используются только на головных вагонах

2.23.1 Панель с реле ПР-144

Общий вид панели ПР-144 представлен на рис.86. На панели установлены реле и контакторы:

К25-	тип КПД110Е	КД-	тип РЭВ811Т
Рп8-	тип РЭВ811Т	РПО-	тип КПД110Е

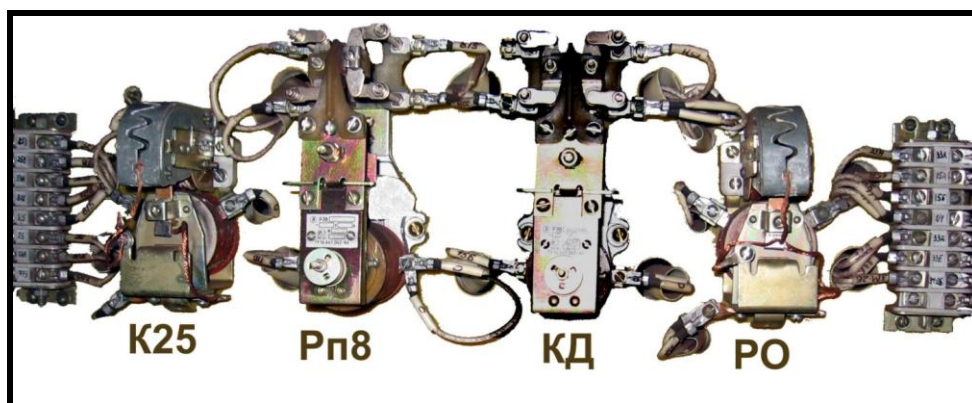


Рис.86 Панель ПР-144

Контактор К25

Контактор К25 предназначен для размыкания цепи 25-го поездного провода при торможении от АРС.

Катушка контактора получает питание при сборе схемы на тормоз через устройство АРС по проводу 33Ж. Замыкающий контакт К25 включен в цепь 25-го провода, через который получает питание 25-й поездной провод, подготавливая работу схемы в режиме ручного реостатного торможения.

В случае выдачи команды на тормоз от устройств АРС, снимается питание с катушки, контактор К25 отключается, размыкая свой контакт в 25-м проводе и ручное торможение в этом случае невозможно, будет происходить автоматическое реостатное торможение.

Реле повторитель 8-го провода Рп8

Реле повторитель 8-го провода предназначен для размыкания цепи 14-го провода при торможении от АРС.

Катушка реле включена в цепь 8-го провода, размыкающий контакт включен в цепь 14-го провода.

При управлении поездом от КРУ с включенной системой АРС, в случае выдачи команды на тормоз от АРС по цепи 8-го провода включается реле Рп8, размыкая свой контакт в 14-м проводе. Происходит разбор схемы ходового режима и по цепи 8-го провода срабатывает пневматический тормоз от ВЗ№2.

Реле контроля дверей КД

Реле КД предназначено для контроля положения дверей во всем поезде при схеме сигнализации с активным сигналом. Катушка реле должна получать питание, когда двери во всем поезде закрыты и проходит контроль положения дверей. Замыкающий контакт КД включен в цепь 33-го провода, подготавливая цепь включения реле РВ2 для сбора схемы ходового режима. Второй контакт КД шунтирует главный вал КВ, во избежание сбора схемы на Ход при внештатных ситуациях.

При не включении реле КД схема на Ход во всем поезде не соберется.

Реле остановки РО

Реле остановки РО предназначено для отмены торможения от ВЗ№2, когда главная рукоятка КВ находится в положении «Тормоз-2» и реостатный контроллер достигнет 17-18-й позиции.

Катушка реле включена в цепь 48-го провода через устройство АРС, замыкающий контакт РО шунтирует кулачковый элемент 19-го провода в контроллере машиниста. По 19-му проводу включится реле РВ3, которое разомкнет свой контакт в 8-м проводе, отменяя торможение от ВЗ№2.

2.23.2 Панель с реле ПР-143

Общий вид панели ПР-143 представлен на рис.87.

На панели установлены реле и контакторы:

Р1-5-	тип КПД110Е	РВТ-	тип РЭВ811Т
К6-	тип ТКПМ121	РПБ-	тип РЭВ813Т

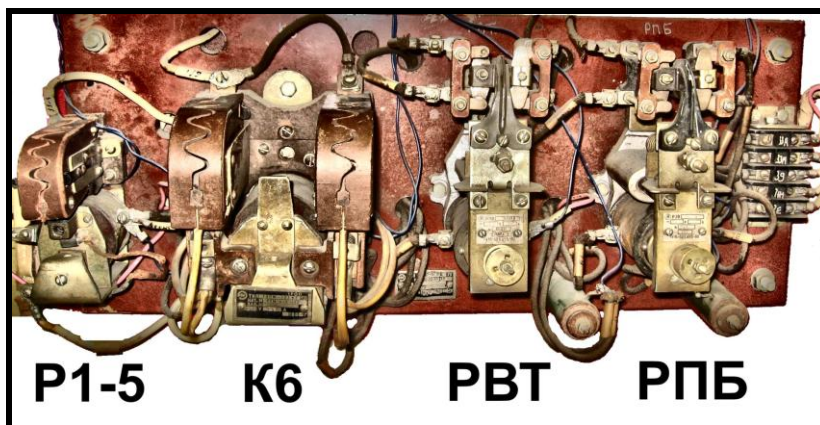


Рис.87 Панель ПР-143

Контактор P1-5

Контактор P1-5 предназначен для замыкания цепи 1-го поездного провода при работе схемы в ходовом режиме.

Катушка контактора включена в цепь 33-го провода и получает питание при сборе схемы на Ход. Замыкающий контакт P1-5 включен в цепь 1-го провода, через который получает питание 1-й поездной провод для включения линейных контакторов.

Контактор 6-го провод K6

Контактор 6-го провода K6 предназначен для замыкания цепи 6-го поездного провода при работе схемы в тормозном режиме.

Катушка контактора получает питание при сборе схемы на Тормоз от провода 10АК через замыкающий контакт PBT. Два последовательно замыкающих контакта K6 соединяют 6-й поездной провод с 10-м для включения линейных контакторов.

Реле времени торможения PBT

Реле времени торможения PBT предназначено для задержки отключения линейных контакторов для мягкого сброса схемы с тормозных позиций.

Катушка реле включена в цепь провода 33Г, замыкающий контакт включен в цепь катушки K6. Задержка на отключение 0,6-0,7 сек.

Реле педали бдительности PПБ

Реле педали бдительности предназначено для контроля бдительности машиниста при отключенных устройствах АРС, т.к катушка реле получает питание при включении устройств АРС и постоянно находится под током (см. рис.144, 136).

Реле имеет два контакта: размыкающий, включенный в цепь 39-го провода; замыкающий, включенный в цепь 33-го провода.

Поэтому при включении реле PПБ в схеме:

- размыкается контакт PПБ в 39-м проводе и отменяется торможение от вентиля замещения ВЗ№2;
- замыкается контакт PПБ в 33-м проводе, подготавливая цепь включения реле PВ2 для сбора схемы ходового режима.

При отключении системы АРС отключается и PПБ, состав остается заторможенным от ВЗ№2. Для приведения поезда в движение необходимо нажать и удерживать нажатой педаль бдительности (ПБ). Включится реле PПБ, произойдет отмена торможения от ВЗ№2 и можно собирать схему на Ход.

В случае отпуска ПБ, отключится реле PПБ; произойдет разбор схемы ходового режима, вследствие отключения реле PВ2 и контактора P1-5 и на поезде сработает пневматический тормоз от ВЗ№2, что гарантирует обеспечение безопасности движения при потере бдительности машинистом. Реле PПБ имеет выдержку на отключение 2-2,4 сек. Этим обеспечивается задержка на срабатывание ВЗ№2 при случайном отпуске педали ПБ.

Технические данные реле приведены в таблице 12.

Таблица 12

Тип реле	Номинальное напряжение, В	Раствор контактов, не менее, мм	Провал контактов, не менее, мм	Нажатие контактов, кгс не менее	Толщина контактов, не менее, мм
КПД110Е	75	8	0,5-4	0,15-0,35	0,2
ТКПМ121	75	8	0,5-4	0,25-1	0,2
РЭВ811Т	75	4	0,5-2	0,7-1	0,2
РЭВ813Т	75	4	0,5-2	0,7-1	0,2

Электромонтажные схемы панелей ПР-143, ПР-144 изображены на рис.88,89.

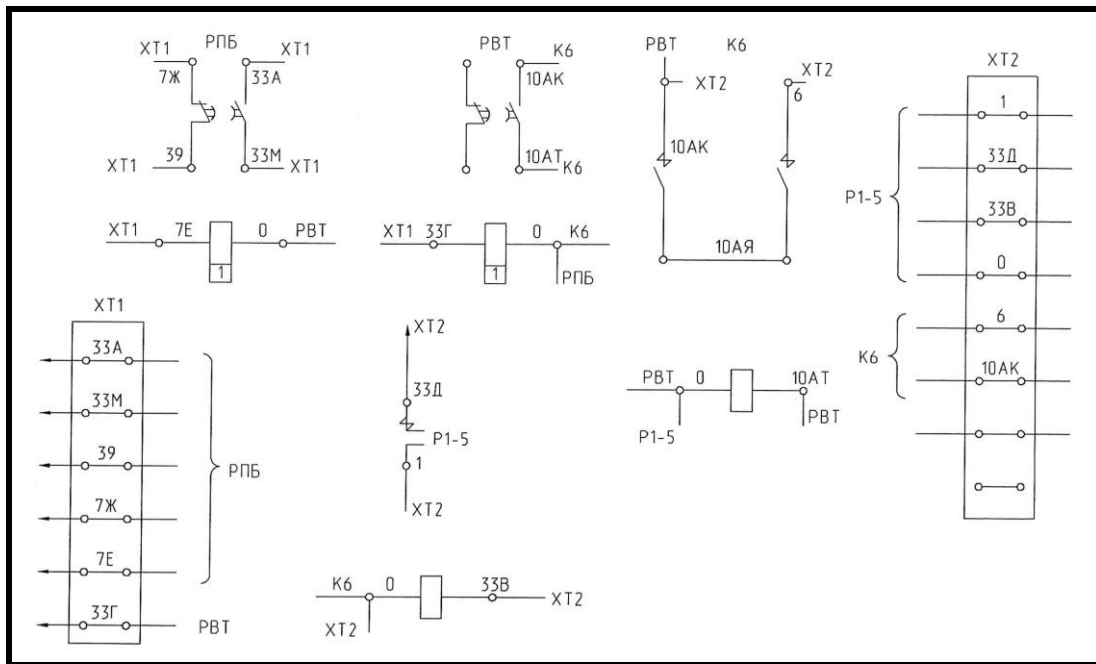


Рис.88 Электромонтажная схема панели ПР-143

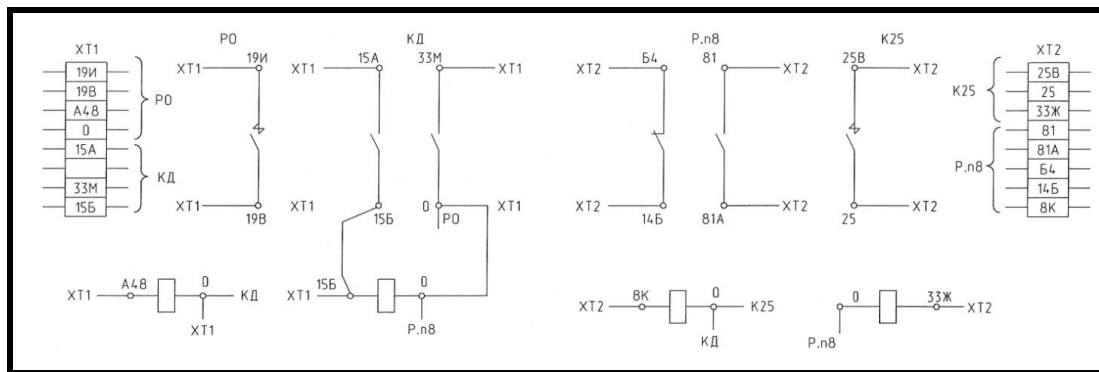


Рис.89 Электромонтажная схема панели ПР-144

Обе панели установлены в кабине головных вагонов на потолке рядом с красными фарами.

2.24 Автоматический выключатель торможения АВТ-325

Автоматический выключатель торможения АВТ-325 предназначен для исключения одновременного срабатывания реостатного и пневматического торможения при давлении воздуха в ТЦ выше определенного значения и исключения повреждения по указанной причине колесных пар. Выключатель служит для разрыва электрической цепи управления тяговых двигателей (контакты АВТ включены в цепь 1-го провода)

Общий вид АВТ-325 представлен на рис.90.

При заполнении ТЦ сжатый воздух одновременно поступает в штуцер (9) АВТ и действует на резиновую диафрагму (7), которая прогибаясь, действует на плунжер (4). Плунжер цапфами поворачивает нижний рычаг (6) влево, выпрямляя угол между осью нижнего рычага (6) и вилкой (2) подвижного контакта (1). Вилка (2) под действием отключающей пружины (8) откидывается на опорный изолятор (3), размыкая контакты.

При отпуске тормоза сжатый воздух выходит из ТЦ и одновременно из полости слева от диафрагмы (7). Регулирующая пружина (5) возвращает поршень влево до упора, поворачивая рычаг (6) в обратном направлении. Происходит замыкание контактов.

Технические данные

1. Давление в ТЦ, при котором происходит разрыв электрической цепи, кгс/см² -1,9-2,1;
2. Включение АВТ (замыкание контактов) происходит при давлении воздуха в ТЦ, кгс/см² -0,9 - 1,5;

3. Рабочее напряжение, В
 4. Раствор контактов, мм
 5. Масса, кг

-80;
 -4-6;

-2,3.

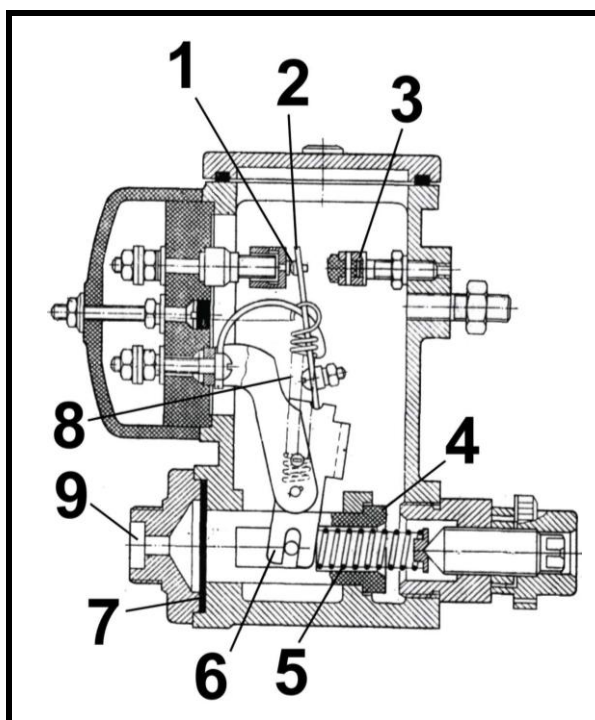


Рис.90 АВТ-325

На вагонах АВТ-325 установлен в салоне под 2-м левым шестиместным диваном.

2.25 Сигнализатор давления СО №115, СОТ №352

Сигнализатор давления предназначен для сигнализации наличия определенного давления сжатого воздуха в какой-либо пневматической системе (магистраль, прибор) вагона.

В качестве сигнализатора давления применяются два типа аппаратов с усл. № 115 (115А) и усл. № 352 (СОТ).

Оба сигнализатора взаимозаменяемы и могут одновременно устанавливаться на вагонах.

Характеристики сигнализаторов давления приведены в таблице 13.

Таблица 13

Основные параметры прибора	СО№115	СОТ 352
Максимальное давление сжатого воздуха в магистралях, кгс/см ²	до 10	до 6,0
Давление размыкания и замыкания контактов, кгс/см ²	0,2-1,4	0,3-0,4
Присоединительная резьба (труб)	1/2"	1/2"
Номинальное напряжение в коммутируемых цепях, В	110	110
Масса, кг	до 1,0	0,68

Конструкция СО №115 приведена на рис.91.(а).

Сигнализатор СО №115 состоит из фланца 10 и корпуса 9, соединенных между собой четырьмя болтами. Между корпусом и фланцем установлена диафрагма 11, воздействующая через упорки 7 на микровыключатель 5.

На диафрагму 11 воздействует со стороны упорки 7 пружина 8, которая определяет величину остаточного давления под диафрагмой. Полость под диафрагмой соединена контролируемым объектом (воздушная магистраль, прибор).

Величина давления, при котором замыкаются (размыкаются) контакты микровыключателя, регулируются с помощью гайки 6. При вращении гайки 6 пружина 8 сжимается или разжимается, в результате чего устанавливается требуемая величина давления для срабатывания микровыключателя. К контактам микровыключателя присоединены провода. Для предотвращения попадания влаги внутрь прибора в корпусе 9 установлена резиновая прокладка 2. Снаружи микровыключатель с контактами закрывается крышкой 3, которая крепится к прибору гайкой 4. В качестве микровыключателя 5 использован выключатель типа МП2101Л исп. 41А по ТУ16.526.322-78.

Конструкция сигнализатора СОТ-352 приведена на рис.91. (б)

Данный прибор состоит из корпуса 4 и основания 1, соединенные между собой четырьмя болтами. Между корпусом и основанием установлена диафрагма 2, на которой закреплены подвижные контакты.

В прорези корпуса вставлен стержень, к которому при помощи винтов крепятся направляющая втулка и изолятор 3 с неподвижными контактами. Концы стержня зажимаются двумя гайками к неподвижным контактам и присоединяются провода 5.

Для более надежного размыкания контактов сигнализатора между диафрагмой и сигнализатором установлена пружина.

Для предотвращения попадания влаги и пыли внутрь сигнализатора между гайками, в обхват концов стержня, закладывается резиновая прокладка. Для защиты этой прокладки от повреждений (при вращении гаек) по обе стороны прокладки устанавливаются стальные шайбы.

Регулировка величины срабатывания прибора осуществляется за счет изменения зазора между подвижными и неподвижными контактами путем перемещения изолятора.

Оба типа сигнализаторов начинают работать при наличии в контролируемом объекте давления сжатого воздуха, который приводит к прогибу резиновой диафрагмы с последующим замыканием электрических контактов при достижении давления 0,3-0,4 кгс/см.

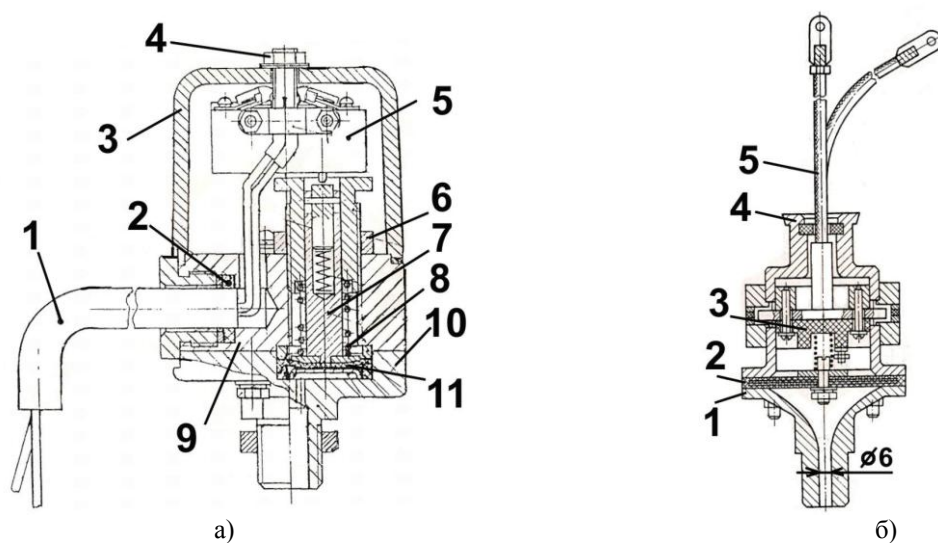


Рис.91 Сигнализаторы давления СО №115(а), СОТ №352(б)

2.26 Универсальный автоматический выключатель автостопа УАВА

УАВА предназначен для автоматического отключения тяговых двигателей при торможении поезда действием автостопа и для временного или постоянного отключения срывного клапана автостопа от тормозной магистрали вручную, после произведенного служебного торможения. Общий вид УАВА представлен на рис.92.

Технические данные

- | | |
|---|-----------|
| 1. Давления в ТМ для выключения автостопа в пределах, кгс/см ² | -2,5-3,6; |
| 2. Номинальное напряжение, В | -75; |
| 3. Масса, кг- | -8,4. |

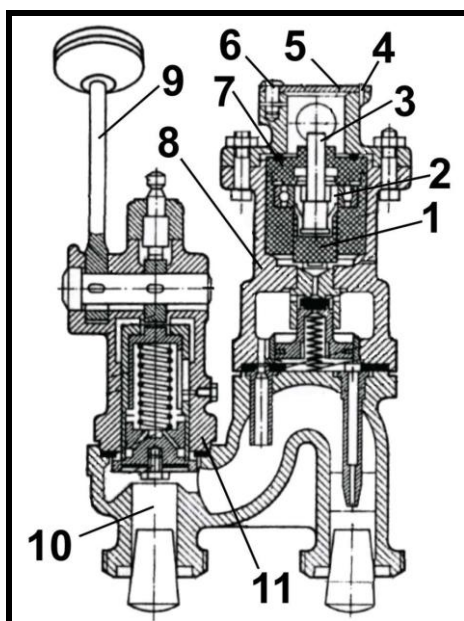


Рис.92 УАВА

УАВА состоит из пневматической (11) и электропневматической (8) частей, укрепленных на кронштейне. Пневматическая часть, имеющая рукоятку управления (9) с тремя положениями, осуществляет временное и постоянное выключение системы автостопа. Электропневматическая часть путем размыкания контактов в цепи управления (в цепи катушки P1-5) осуществляет отключение тяговых двигателей при срабатывании срывного клапана автостопа.

При срабатывании срывного клапана автостопа ТМ (10) сообщается с атмосферой. Сжатый воздух через отверстие в седле под плунжер (1) поднимет его вместе с толкателем (3) и скользящим контактом (2) до захода лепестков контакта в углубление крышки (7). Контакты УАВА разомкнутся и разорвут цепь катушки P1-5, тяговые двигатели отключатся (см. рис.136).

Чтобы снова замкнуть контакты УАВА и восстановить цепь контактора P1-5 необходимо вынуть шплинт (4), повернуть заслонку (5) вокруг оси (6) и нажать на толкатель (3), опустить плунжер с контактом до упора вниз.

УАВА установлен в кабине машиниста с правой стороны.

2.27 Регулятор давления АК-11Б

Регулятор давления предназначен для автоматического регулирования давления сжатого воздуха в напорной магистрали. Общий вид прибора представлен на рис.93.

Действие регулятора основано на принципе взаимного уравнивания усилий регулировочной пружины (4) и давления сжатого воздуха. Вращением головки регулировочного винта (6) устанавливается давление регулировочной пружины (4), необходимое для уравнивания заданного давления воздуха. При повышении давления воздуха в пневматической системе приходит в действие контактный механизм (2) и размыкает электрическую цепь моторкомпрессора.

При понижении давления воздуха ниже заданного значения контактный механизм включает электрическую цепь моторкомпрессора. Перепад давлений регулируется посредством изменения раствора контактов. При увеличении раствора контактов перепад давления повышается, при уменьшении - понижается.

Электрическая схема подключения регулятора давления представлена на рис.148.

Технические данные

1. Номинальное напряжение, В-	220;	
2. Ток номинальный, А-	20;	
3. Давление воздуха отключения, кгс/см ² -	8,2;	
4. Давление воздуха включения, кгс/см ² -	6,3;	
5. Раствор контактов, мм –	5-15;	
6. Масса, кг-		1,7.

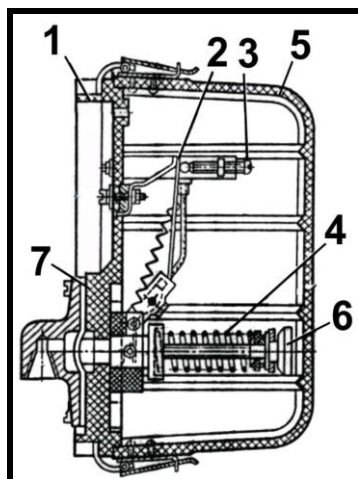


Рис.93 Регулятор давления АК-11Б

1-основание, 2-контактный механизм, 3- винт-упор, 4-регулирующая пружина, 5-кожух, 6-регулирующий винт, 7-резиновая пластина

Аппарат установлен под первым шестиместном диваном слева.

2.28 Автоматический выключатель управления АВУ-045

АВУ-045 предназначен для контроля давления воздуха в тормозной магистрали при слабых утечках воздуха и исключения возможности сбора схемы на ходовых позициях КВ при недостаточном давлении воздуха в тормозной магистрали вагона. Общий вид прибора представлен на рис.94.

Технические данные

1. Давление воздуха отключения, кГс/см ²	-2,7-2,9;
2. Давление воздуха включения, кГс/см ²	-3,5-3,7;
3. Номинальное напряжение, В	-110;
4. Номинальный ток, А	-1,0.

При повышении давления диафрагма (2), прогибаясь вверх, воздействует на направляющую шайбу (3), которая сжимает пружину (4), отрегулированную на определенное давление. Толкатель (7), двигаясь вверх вслед за диафрагмой под воздействием пружины, открывает канал, сообщая полость под поршнем (9) с полостью управляющего давления. Поршень, перемещаясь влево, нажимает на толкатель электрического выключателя (11), размыкая одну пару контактов и замыкая другую.

При снижении давления диафрагма, прогибаясь вниз, воздействует на толкатель (7), который, перемещаясь, отсекает полость под поршнем (9) от полости управляющего давления, одновременно сообщая ее с атмосферой. Под воздействием пружин электрического выключателя и пружины (10) поршень (9) перемещается вправо. Происходит переключение контактов.

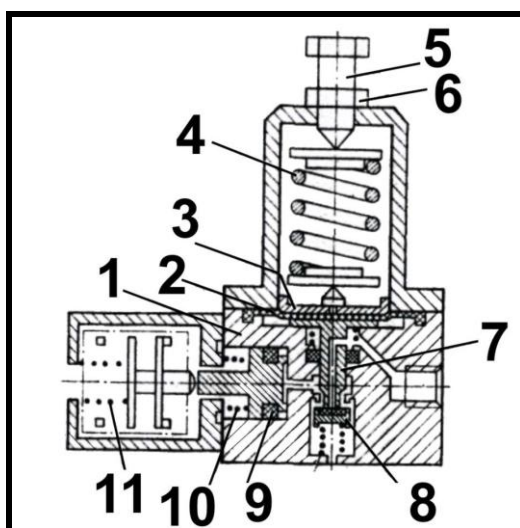


Рис.94 Автоматический выключатель управления АВУ-045

Замыкающий контакт АВУ включен в цепь катушки P1-5, размыкающий контакт включен в цепь вентиля замещения ВЗ№1 (в цепь 48-го провода).

Поэтому при понижении давления воздуха в ТМ до 2,9 атм. АВУ отключается и размыкаются контакты АВУ в цепи катушки P1-5, схема с ходового режима разбирается и замыкаются контакты АВУ в цепи 48-го провода и на составе срабатывает вентиль замещения ВЗ№1, на пульте управления загорается сигнальный светодиод АВУ.

При повышении давления в ТМ выше 3,5-3,7 атм:

- размыкается контакт АВУ в цепи 48-го провода и отменяется торможение от ВЗ№1, гаснет сигнальный светодиод АВУ;

- замыкается контакт АВУ в цепи катушки P1-5, подготавливая сбор схемы ходового режима.

В случае неисправности АВУ (потере контакта АВУ в цепи катушки P1-5) схема на Ход на поезде не соберется. Для возможного сбора схемы на Ход необходимо на пульте распломбировать и включить тумблер АВУ, контакты которого шунтируют контакты АВУ в цепи катушки P1-5.

Схема подключения АВУ представлена на рис.95.

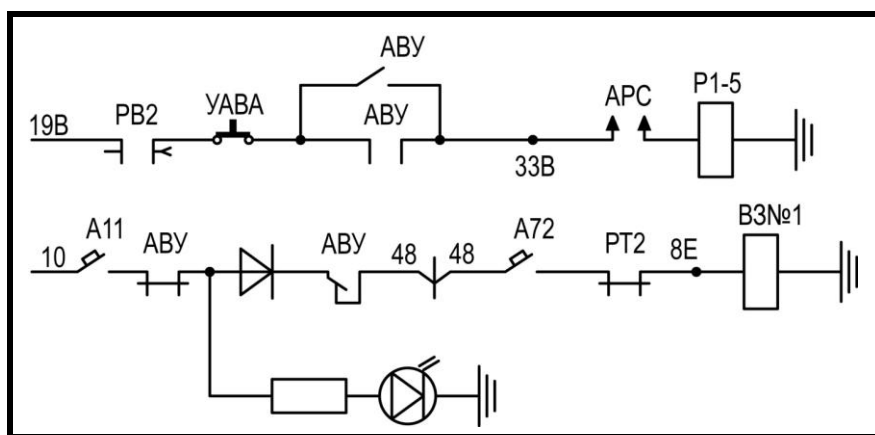


Рис.95 Схема подключения АВУ-045

Автоматический выключатель управления АВУ-045 установлен в кабине машиниста.

2.29 Выключатель НВ-701А

Выключатель НВ-701А ножного управления. На вагонах метрополитена используется в качестве педали бдительности ПБ, которая предназначена для контроля бдительности машиниста путем воздействия на реле РПБ, осуществляющего защитные функции, снимая напряжение с реле РВ2 и контактора Р1-5 и подавая напряжение на 39-й провод.

Выключатель НВ-701А установлен только на головных вагонах под пультом управления.

Общий вид выключателя НВ-701А представлен на рис.96.

Выключатель НВ-701А состоит из корпуса (7) и крышки (1). Внутри корпуса расположен кулачковый барабан (3) с кулачковыми шайбами и фиксирующего механизма (5). Храповик под действием пружины (6) фиксирует педаль в нулевом положении.

При нажатии ногой на педаль (2) осуществляется поворот барабана (3), в результате кулачковые шайбы включают или выключают кулачковые элементы (4) согласно схеме.

В случаях, когда воздействие на педаль со стороны машиниста по каким либо причинам прекращается во время движения поезда, включается автоматическое электрическое торможение поездом.

Электрическая принципиальная схема ПБ представлена на рис.144.

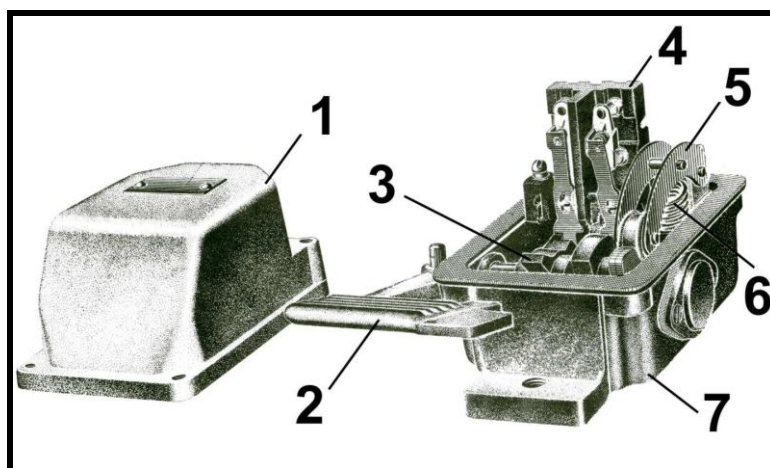


Рис.96 Выключатель НВ-701А

Технические данные

1. Раствор контактов, мм	-5-11;
2. Нажатие контактов, не менее кГс	-0,20;
3. Толщина контакта, не менее, мм	-0,2;
4. Поперечное смещение контактов, не более, мм	-1,0.

2.30 Автоматические выключатели ВА 21-29

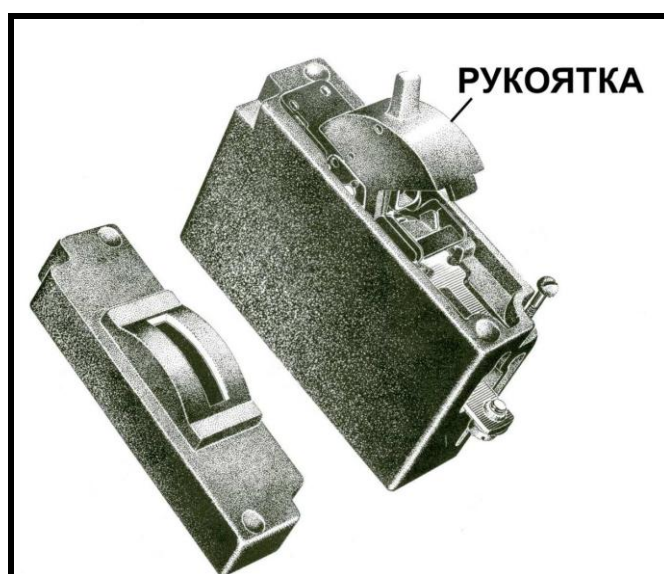


Рис.97 Автоматический выключатель ВА 21-29

Автоматические выключатели предназначены для защиты электрических цепей управления и вспомогательных цепей от перегрузок и токов короткого замыкания, а также для ручного отключения и включения этих цепей.

Замена плавких предохранителей автоматическими выключателями существенно повысило надежность работы электрооборудования и пожаро-безопасность вагонов в целом.

Общий вид выключателя представлен на рис.97.

Автоматический выключатель состоит из механизма управления контактной системы, дугогасительного устройства, расцепителей максимального тока. Свободные контакты смонтированы в крышке выключателя и кинематически связаны с траверсой главных подвижных контактов.

Узлы выключателя смонтированы в пластмассовом корпусе. Со стороны механизма корпус закрывается крышкой.

Включение и отключение выключателя моментное как при автоматическом отключении, так и при оперативном вручную.

Коммутационное положение выключателя указывается положением его рукоятки: включен - крайнее верхнее положение, отключен - крайнее нижнее положение, отключен при коротком замыкании-промежуточное положение.

Для включения автоматического выключателя после его срабатывания необходимо переместить рукоятку выключателя сначала в крайнее нижнее положение, а затем в крайнее верхнее положение.

На корпусе каждого автоматического выключателя промаркировано- номинальный ток и ток отсечки.

Расположение автоматических выключателей ВА 21-29 в кабине головного вагона и на промежуточном вагоне представлено на рис.98...

Перечень автоматических выключателей ВА 21-29 и какие цепи они защищают, представлены в таблице 14.

На вагонах 81-717.5М 39 автоматических выключателей установлено на задней стенке кабины и 36 – в правом отсеке. На вагонах 81-714.5М 42 автоматических выключателя установлено в головной части вагона под первой спинкой дивана справа.

Расположение автоматов защиты на задней стенке головного вагона

A11	A17	A44	A26	AP63	A61	A21	A49	A27	A10	A53	A54	A84
Освещение. кабины отсека	Рез. упр.		Радио связь			Управление дверями	Аварийное освещение	Освещение кабины	Управление МК	КВЦ	Управление поездом	Выключатель управления
	Двери, белые фары	КРУ МК	Усилитель	Радиостанция	Переговорное устройство							

A76	A48	AB1	A29	A46	A47	A79	A42	A74	A73	A71	A41	A45
Пожарная сигнализация	Педаль безопасности	Управление вентилями	Бел. фары			АРС		Восстановление РП	Сигнализация неисправности	Управление замещ. тормоз.	ВЗ№2	БПСН (ББЭ)
			Общий	Слабый свет	Сильный свет	75 В	75В					

A75	A77	A78	A43	A31	A32	A13	A1	A20	A25	A30	A56	A65
Вкл. отопления кабины	Аварийный ход	Аварийный ход	+12 В	Двери левые	Двери правые	Дверная сигнализация	Ход	Контактор ЛК2	Ручное торможение	СДРК	Аккумуляторная батарея	Включение освещения

Рис.98 Расположение автоматов защиты в кабине головного вагона

Расположение автоматов защиты в аппаратном отсеке кабины головного вагона

A2	A3	A4	A5	A6	A70	A14	A39	A28	A38	A22	A8
Ход РК	Ход-3	Ход назад	Ход вперед	Торможение	Резервное упр.			Питание БУ-13	Сигнальная лампа	Управление КК	ВЗ№2
					РКТТавтор	Реле РРП	Резервный пуск				

A12	A16	A37	A51	A24	A19	A66	A18	A40	A80	A50	A52
Резервное закр. дверей	Закрытие дверей	БПСН (ББЭ)			Реле РВ3	Отключение БВ	Восстановление защиты	Торможение АРС	Включение БВ	Контактор освещения	ВЗ№2 от ПБ
		Возврат РЗП	Включение питания	Контроль заряда							

AB2	AB3	AB4	AB5	AB6	A55	A57	A81	A7	A9	A68	A72
Питание	Резервное питание	1-я группа	2-я группа	Резерв	25-й поездной провод	Ход РК	Питание БВ	Фары крас.		Управление ТР	Синхронизир. ВЗ№1
								Правые	Левые		

Рис.99 Расположение автоматов защиты в аппаратном отсеке кабины

Расположение автоматов защиты в промежуточном вагоне

A38	A53	A56	A54	A24	A39	A23	A14	A13	A31	A32	A16	A12	A49
Сигнальные лампы	КВЦ	Аккумуляторная батарея	Управление поездом	Заряд батареи	Резервн. управ.			Управление дверями					
					Пуск	МК	Реле РРП	Дверная сигнализация	Открытие левых дверей	Открытие правых дверей	Заккрытие дверей	Резервное закр. дверей	Аварийное освещение

A80	A81	A27	A50	A8	A52	A19	A10	A22	A30	A1	A2	A3	A4
Включение БВ	Управление БВ	Освещение салона	Реле РВО	ВЗ№2	ВЗ№2 от ПБ	Реле РВЗ	МК		СДРК	Ход-1	Ход-2	Ход-3	Ход назад
							Управление МК	Контактор КК					

A5	A6	A72	A18	A20	A25	A37	A15		A45	A65	A51	A68	A28
Ход вперед	Торможение	Синхронизирующ. ВЗ№1	Восстановление защиты	Контактор ЛК2	Ручное торможение	Восстановление РЗП	Управление конт. ББЭ освещение		БПСН (ББЭ)			Управление ТР	Питание БУ-13
									Управление ББЭ	Освещение	Включение ББЭ		

Рис.100 Расположение автоматов защиты в промежуточном вагоне

Перечень выключателей автоматических ВА21-29

Таблица 14

№ п.п	Обозначение автомата	Участок включения автомата	Нагрузка цепи автомата	Номинальный ток автомата	Ток отсечки автомата	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
1	A1	1-1А	ЛК3, ЛК1, ЛК4, ЛК5, КШ1, КШ2, ПП	2,5	6In	
2	A2	2-2Ж	РУ, СР1, РВ1, РСУ, РО	10	1,5In	
3	A3	3-3А	КШ1, КШ2	2,5	6In	
4	A4	4-4А	РКР	0,8	1,5In	
5	A5	5-5А	РКР	0,8	1,5In	
6	A6	6-6А	ТР1, КСБ1, КСБ2, БУ, ЛК3, ЛК4	10	1,5In	
7	A7	Ф1-Ф2	Сигн. фонарь правый	0,8	1,5In	*
8	A8	8-8А	ВЗ№2	0,8	1,5In	
9	A9	Ф1-Ф4	Сигн. фонарь левый	0,8	1,5In	*
10	A10	10-22В	КК	10	1,5In	
11	A11	10-11Д	Осв. кабины	5,0	5In	*
12	A12	12-12А	Вентили ДВР	2,5	1,5In	
13	A13	Д7-Д4	РД, КД	2,5	1,5In	
14	A14	14-14А	РРП1, РРП2	2,5	1,5In	
15	A15	Б13-36Я	ДИП	5,0	1,5In	
16	A16	16-16А	Вентиль ДВР	0,8	1,5In	
17	A17	Б4-Б15	Резерв. КД, РД, двери, прожек.	16	1,5In	*
18	A18	17-17А	Возврат РП, ВА	2,5	6In	
19	A19	19-19А	РВ3	0,8	1,5In	
20	A20	20-20А	ЛК2, КШ1, КШ2, ДР1, ДР2	2,5	6In	
21	A21	10-Д	Управ. дверями	10	1,5In	*
22	A22	22-22А	КК, БУДК	2,5	1,5In	
23	A23	23-22А	РВ2, КК	2,5	6In	
24	A24	Б12-Б13	ДИП	63	б/о	
25	A25	25-25Ж	РРТуд	5,0	1,5In	
26	A26	50-50А	Радиофикация	2,5	6In	
27	A27	10-УО	КО, осв. каб, сигнализация	10	1,5In	
28	A28	Б12-10А3	ДРП	10	1,5In	
29	A29	10-Ф	бел. фары	5	6In	
30	A30	+Б-Б11	СДРК, РР, РВ1, СР1, РУТ	5,0	6In	
31	A31	31-31А	Вентиль ДВР	0,8	1,5In	
32	A32	32-32А	Вентиль ДВР	0,8	1,5In	
33	A37	37-37А	РПУ, РЗПв	2,5	1,5In	
34	A38	18-18А	сигн. лампы	2,5	6In	
35	A39	Б2-Б7	резерв. питание	5,0	1,5In	
36	A41	8И-8	ВЗ№2	5,0	1,5In	*
37	A42	14Г-7В	АРС 75В	16	1,5In	*
38	A43	14К-7Д	АРС 12В	2,5	1,5In	*
39	A44	Б2-Б3	рез. упр. МК	16	1,5In	*
40	A45	Д7-36Н	сигн. лампы	10	1,5In	
41	A46	Ф8-Ф10	фары	2,5	5In	
42	A47	Ф11-Ф13	фары	2,5	5In	
43	A48	10-7Д	РПБ, ВЗ№2	16	1,5In	*
44	A49	+Б-11В	вентиляция	16	6In	
45	A50	27-27А	ДИП	2,5	1,5In	
46	A51	36-36А	ДИП	2,5	1,5In	

47	A52	39-39А	ВЗ№2	2,5	1,5In	
48	A53	+Б-Б9	КВЦ, КУП, авар. освещ.	10	1,5In	
49	A54	10-10АЛ	цепь управл.	63	1,5In	
50	A55	25В-25ВА	Руч. Торм.	5	1,5In	
51	A56	Б16-10	цепь управл.	63	1,5In	
52	A65	Б21-Б26	освещ. салона	25	6In	
53	A66	71-71А	ВА	2,5	1,5In	
54	A68	68-68А	управ. ТР	0,8	1,5In	
55	A70	6М-6У	авторежим	0,8	1,5In	
56	A71	19И-19	РВЗ	10	1,5In	*
57	A72	48-8Ж	синх. ВЗ№1	10	1,5In	
58	A73	У2-У5	РЗ-2	10	1,5In	*
59	A74	У4-У6	возврат РП, ВА, откл. ВА	16	1,5In	*
60	A75	Б8-Б22	КУП	2,5	1,5In	
61	A77	92А-92Б	цепи АРСД			
62	A78	93А-93Г	цепи АРСД			
63	A79	7Г-ВМ1	цепь АРСД			
64	ВУ	10АК-10АЛ	цепь управлен.	63	б/о	*
65	A80	Б20-Б25	ВА	5,0	6In	*
66	A81	Б25-Б24	упр. ВА	2,5	6In	*
67	A15	Б13-36Я	ДИП	5,0	1,5In	

(Продолжение Таблицы 14)

*- автоматические выключатели установлены только на головных вагонах

В связи с повышенными требованиями к уровню пожарной безопасности вагонов метрополитена, установленными нормами НПБ 109 и ГОСТ на вагоны метро ГОСТ Р 50850, отработанными за долгие годы эксплуатации вагонов различного типа А,Б,Г,Д,Е, на которых в разные периоды возникали неоднократные случаи возгорания различных узлов вагонов, приводивших к задержке движения поездов, на вагонах метро 81-717 и 81-714 впервые стали использовать автоматические выключатели сначала АК-63, а потом усовершенствованные выключатели ВА21-29.

В случаях возникновения коротких замыканий, перегрузок, появляющихся в электрических цепях, в том числе, и при заклинивании двигателей, в цепях управления возникают значительные токи, при которых, если не принять своевременных быстрых и точных действий по отключению неисправных цепей, могут произойти местные перегревы, а следствием их и воспламенения различных узлов.

Ранее при неисправности каких либо цепей машинист имел возможность отключить некоторые наиболее важные цепи, связанные с непосредственным управлением движением поездов при помощи контактов специального переключателя РЦУ, установленного в контроллере управления.

Отключение цепей контактами РЦУ было важно, но не могло предотвратить появления участков местного перегрева и последующего возгорания.

Для того, чтобы чётко распознавать характер протекания неисправности, связанной со значительным повышением тока в цепях, нужно во всех случаях рассчитывать величины рабочих токов в конкретных цепях, величины установившихся токов короткого замыкания в них. Это ещё важно и потому, что на вагонах метрополитена, которые работают в составах по системе многих единиц (3-8 вагонов в составе), характер защиты поездных и вагонных проводов требует несколько иных подходов, которые должны обязательно приниматься во внимание. Для выявления основного отличия в подходах нужно иметь в виду, что поездные провода в основной массе имеют сечение 2,5мм², а при восьмивагонном поезде длина этого провода может составлять порядка 20х8=160 м. При расчётах сопротивление провода определяется по формуле

$$R = \rho L / S, \text{ где}$$

ρ -удельное сопротивление медного провода, равное 0.0176 Ом мм² / м

L-длина провода, м;

s-сечение провода, мм²;

Для поездного провода длиной 160 м, его сопротивление, взятое по минимуму без учёта неровных путей прохождения вдоль поезда, составляет:

$$R = 0,0176 \times 160 / 2,5 = 1,126 \text{ Ом}$$

При напряжении на аккумуляторной батарее 80В-рабочем или 65 В-минимальном ток короткого замыкания в конце поезда составит 71 А при рабочем напряжении и 58 А при минимальном. Если принимать ток нагрузки автоматического выключателя А54 вагона 81-717 порядка 30-35 А, то кратность тока короткого замыкания к рабочей нагрузке будет составлять 1,9-2,4.

Соотношение токов короткого замыкания и рабочих токов для вагонных цепей носит совершенно иной характер, что в обязательном порядке должно учитываться при выборе типа и уставок автоматического выключателя.

Длины проводов цепей питания потребителей на каждом вагоне в отличие от поездных, как правило, короткие и составляют от 1 до 20 м. В этом случае токи коротких замыканий для основных сечений вагонных проводов, которые составляют 1,5 мм², даже на конце самого длинного провода 20 м составят $R=0,0176 \times 20 / 1,5 = 0,23$ Ом вместо 1.126 Ом для поездного провода.

Соответственно и минимальный ток короткого замыкания вагонных цепей составит 347 А при рабочем напряжении 80 В в цепях управления и 283 А при минимальном напряжении 65 В. Учитывая, что рабочие токи в вагонных цепях, защищённых автоматическими выключателями, могут колебаться в пределах от 0,3 А до 5 А кратность токов короткого замыкания и рабочих токов резко возрастает в десятки и даже в сотни раз.

При заклинивании серводвигателя реостатного контроллера СДРК ток в СДРК достигает величины 15 А.

Всё сказанное должно учитываться при выборе параметров автоматических выключателей в различных цепях. Для целей защиты в электрических цепях вагонов метрополитена выбраны автоматические выключатели ВА21-29, спроектированные и изготавливаемые Курским НПО «Электроаппарат».

Эти выключатели имеют исполнения:

- с электромагнитными максимальными расцепителями тока без выдержки времени для защиты от коротких замыканий в цепях с высокой кратностью соотношения токов короткого замыкания и рабочих токов ВА21-29-120010-00У3;

- с электромагнитными максимальными расцепителями тока с гидравлическим замедлением срабатывания, обеспечивающим обратно-зависимую от тока выдержку времени в диапазоне от начального тока срабатывания до значения токов уставки для защиты от перегрузок при ограниченных токах перегрузки, например, при заклинивании серводвигателей, где кратность тока к.з и рабочего находится на уровне ~3 (имеет характеристику теплового автоматического выключателя) ВА21-29-140010-00У3;

- без расцепителя, используется как выключатель управления ВУ-ВА21-12-100010-00У34.

Выпускаемые для вагонов метрополитена автоматические выключатели имеют номинальные токи максимальных расцепителей 0,8; 1,6; 2,5; 4,0; 5,0; 10; 16; 25; 63 А, уставки тока срабатывания максимальных расцепителей тока в кратности к номинальному току расцепителя, $I/I_n = 1,5$ и $6I_n$ для однополюсных выключателей постоянного тока, предельный ток, который может отключить выключатель (предельная коммутационная способность на постоянном токе для выключателя на 240 В, устанавливаемого в цепях 80 В вагонов метрополитена), составляет 8 кА.

Основные условия срабатывания автоматических выключателей ВА21-29 по техническим условиям изготовителя:

- выключатели с электромагнитными расцепителями не должны отключаться, когда ток равен или менее 0,8 уставки по току срабатывания;

- должны надёжно отключаться, когда ток достигнет значения 1,2 уставки по току срабатывания;

- выключатели с электромагнитными расцепителями с гидравлическим замедлением с холодного состояния;

- не должны отключаться при токе $1,05 I_n$ за время менее 1 часа;

- должны надёжно отключаться за время не более 30 мин при токе $1,35 I_n$;

- должны отключаться при токе $3 I_n$ с выдержкой времени более 3 сек;

- выключатели с электромагнитными расцепителями с гидравлическим замедлением и нагрузке полюса двукратным значением тока уставки должны отключаться за время не более 5 минут;

- выключатели должны допускать повторное включение практически мгновенно после отключения электромагнитными расцепителями;

- по истечении не более 90 с после отключения электромагнитными расцепителями с гидравлическим замедлением.

При выборе автоматических выключателей с учётом необходимости обеспечения селективности действия последовательно установленных автоматических выключателей, особенно выключателей с гидравлическим замедлением срабатывания, необходимо пользоваться время-токовыми характеристиками выключателей, приведённых в ТУ на выключатели ВА21-29.

С учётом вышеизложенного, целесообразно на вагонах метрополитена в цепях поездных проводов, где кратность тока к.з. по отношению к рабочему составляет порядка 2-2.5 применять автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями ВА21-29 120010-00У3 с отсечкой $1,5 I_n$, в цепях вагонных проводов, где кратность тока к.з. по отношению к рабочему составляет величины 20-100 применять автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями ВА21-29 120010-00У3 с отсечкой $6 I_n$, в цепях управления двигателем СДРК, где пусковые значения токов являются трёхкратными к рабочим и эти токи устанавливаются при заклинивании привода, применять автоматические выключатели с электромагнитными расцепителями с гидравлическим замедлением ВА21-29 140010-00У3, при этом целесообразно автоматические выключатели с временами срабатывания меньше 10 с отбраковывать.

Изложенные принципы подхода к выбору автоматических выключателей использованы при расчёте рабочих нагрузок, токов короткого замыкания для всех цепей вагонов метро и обобщённые параметры выбора основных цепей приведены в прилагаемой таблице 15.

Расчёт нагрузки по основным проводам вагонных цепей вагонов метро 81-717/714

Таблица 15

№п/п	№ про- вода	Нагрузка	Автомат	Ожидаемые токи к.з.
		Ток		А
1	1-ый	ЛК1,ЛК3,ЛК4, ЛК5, КШ1,КШ2, ПП, Ток 2,3А	2,5х6In (А1)	Более 100
2	2-ой	РВ1,СР1,РУ, РСУ, РО Ток 3,6А	10х1,5In (А2)	«
3	3-ий	КШ1, КШ2 Ток 1,0А	2,5х5In (А3)	«
4	4-ый	РКР Ток 0,2А	0,8х1,5In (А4)	«
5	6-ой	ЛК3, ТР1, КСБ1, КСБ2, ЛК4 Ток 4,3А	10х1,5In (А6)	«
6	8-ой	ВЗ№2 Ток 0,4А	0,8х1,5In (А8)	«
7	10-ый СДРК	СДРК, РУТпод, РРТпод, РР, СР1, РВ1 Ток 3,5А	3,5х5In (А30)	15
8	31-й	Вентиль ДВР Ток 0,4А	0,8х1,5In (А31)	15
9	20-ый	ЛК2, др1, ДР2, КШ1, КШ2 Ток 1,8А	2,5х6In (А20)	Более 100
Поезд- ные	Сеч 2,5мм ²		25х1,5 In	58-71

2.31 Выключатель ВПК-2110, ВПК-2112

Выключатели ВПК-2110 и ВПК 2112 применяются в качестве дверных блокировок, для контроля положения дверей и для контроля срабатывания пневматического тормоза.

Общий вид выключателя представлен на рис.101.

Выключатели ВПК состоят из: металлического корпуса (2), в котором внутри на изоляционной колодке закреплены две пары неподвижных контактов (5) с винтами для крепления подходящих проводов. Металлический маятник (4) через прижимную пружину (3) связан с колодкой подвижных контактов. Подвижные контакты имеют притирающий ход.

При нажатии скобы на маятник, маятник давит на колодку подвижных контактов, сжимается прижимная пружина и происходит переключение блокировочных контактов.

При освобождении маятника прижимная пружина возвращает колодку подвижных контактов в исходное положение.

На вагонах 81-717(714) в качестве контактов дверной сигнализации задействованы нормально-замкнутые контакты дверных блокировок. Нормально-замкнутые контакты восьми дверных проемов включены между собой последовательно в цепь дверного реле РД, в результате чего повысилась надежность контроля работы дверей состава.

При закрытии дверей контакты дверных блокировок замыкаются, при открытии дверей-размыкаются.

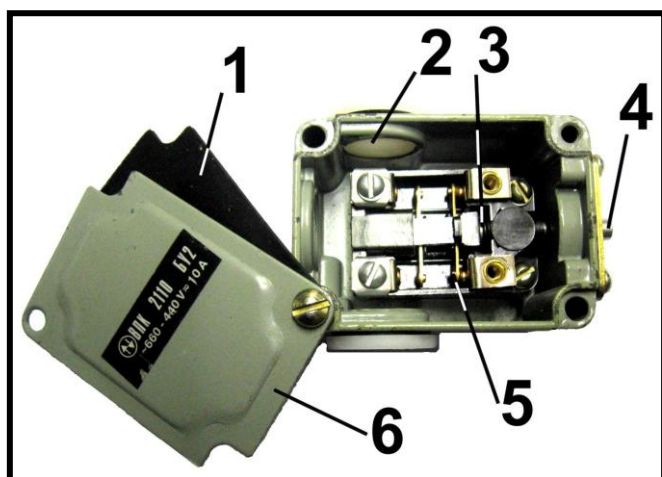


Рис.101 Общий вид ВПК-2110
1- резиновая прокладка; 2-корпус; 3-пружина; 4- маятник; 5-контакты; 6-крышка

2.32 Панель с резисторами ПС-82

Панель ПС-82 предназначена для размещения добавочных резисторов и диодов. Общий вид панели изображен на рис. 102, его электромонтажная схема изображена на рис. 103.

Панель ПС-82 установлена в левом аппаратном отсеке.

Резисторы:

ПЭВР-100-120 Ом – включен в цепь стабилизации напряжения 12В;

ПЭВ-25-68 Ом- включен в цепь катушки ЭПК (0-ЭПК1);

Диоды:

Д112-10-6 - включен в цепь дверной сигнализации (Б15-28);

Д112-10-6 - включен в цепь сигнальной лампы ЛЭКК (Ф1-72);

Д112-10-6 - включен в цепь тонально вызывного устройства (7С-7);

Д112-10-6 - включен в цепь ВЗ№1 по 48-му проводу от АВУ(11Ж-11И);

Д112-10-6 - включен в цепь (70В-70Г);

Д-815А - стабилитрон, для стабилизации напряжения 12В (12В-О).

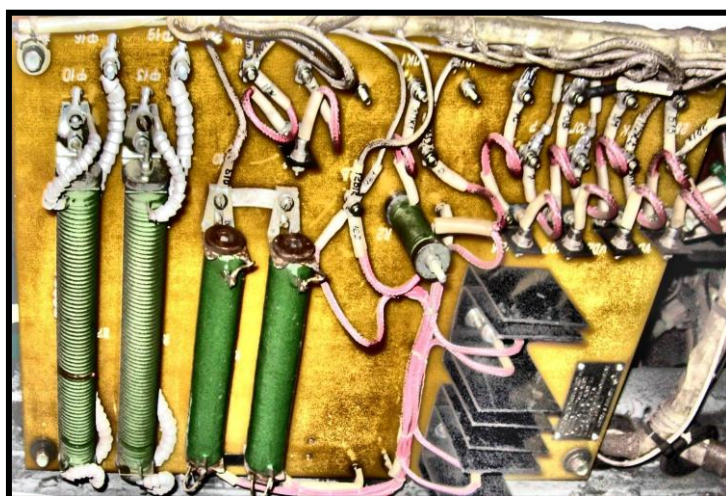


Рис.102 .Панель ПС-82

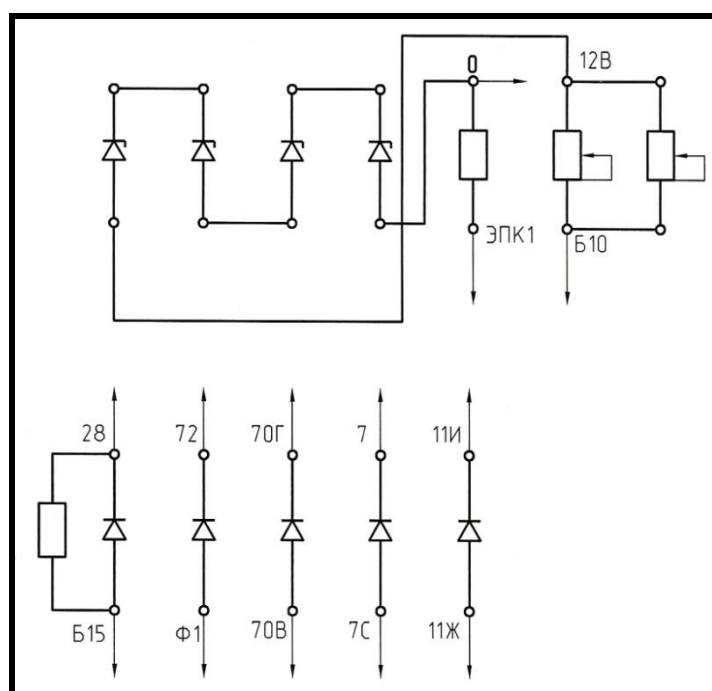


Рис.103...Электромонтажная схема панели ПС-82

2.33 Блок предохранителей БП-18

Блок предохранителей БП-18 предназначен для размещения предохранителей защиты вспомогательных цепей вагона.

Общий вид блока представлен на рис. 104.

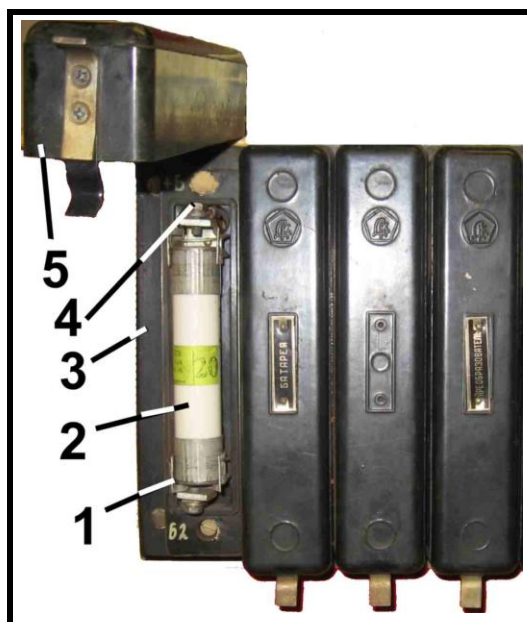


Рис. 104 Общий вид блока БП-18

В состав блока входит четыре кожуха (5) с предохранителями (2) типа ПП-28, имеющими различные параметры по току и сопротивлению. Кожуха с предохранителями крепятся на панели (3) винтами. В гнезда контактных стоек (1) вставляются предохранители соответствующих номиналов тока.

При токе, создающих условия выхода из строя электрооборудования и при возникновении токов короткого замыкания, плавится вставка предохранителя, и цепь отключается от источника тока.

В основании (4) предусмотрены два овальных отверстия для электрического монтажа. Монтаж проводов выполнен в соответствии с электрической схемой, изображенной на рис. 105.

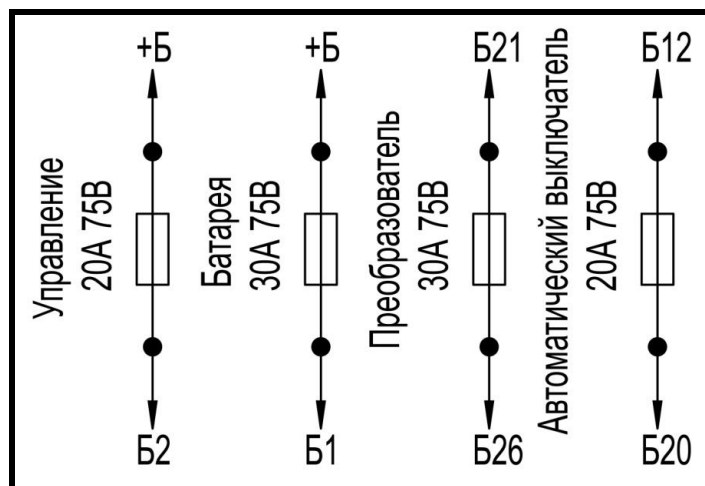


Рис.105 Электромонтажная схема блока БП-18

Технические данные блока БП-18

1. Номинальное напряжение, В	-75;
2. Номинальный ток, А	-20-30;
3. Сопротивление предохранителей (Ом) при температуре 20°C и токе, А	- $(5,3-7,5) \cdot 10^{-3}$; - $(10-16) \cdot 10^{-3}$;
4. Масса, кг	-9,3.

Номинальные параметры предохранителей, обозначение по схеме и их назначение приведены в табл.16

Таблица 16

Тип предохранителя	Параметры	Обозначение по схеме	Назначение
ПП-28	20А	П11	Защищает цепь резервного управления
ПП-28	30А	П1	Защищает аккумуляторную батарею
ПП-28	30А	П6	Защищает преобразователь
ПП-28	20А	П5	Защищает цепь к ВА

В кабине головного вагона блок БП-18 расположен на задней стенке. В промежуточном вагоне блок БП-18 установлен в головной части в левом подоконном шкафу.

На вагонах серии 81-717.5М, 81-714.5М согласно чертежу ИДБМ.566451.004-03 ЭЗ блок с предохранителями БП18 исключен.

2.34 Пульт машиниста

Пульт машиниста предназначен для управления оборудованием вагонов поезда и для осуществления контроля работы аппаратов и агрегатов из кабины головного вагона 81-717.5М.

Общий вид пульта машиниста представлен на рис.106.

Пульт машиниста состоит из семи отдельных блоков, которые крепятся к раме пульта болтами: Счет блоков слева-направо. Соединение блоков со схемами вагона осуществляется через разъем 7Р-52. В блоках установлены органы управления и сигнализации за работой системы АРС-Д., вспомогательной цепи, срабатывания тормозов, радиосвязи, резервного управления.

Блок №1

- ВКЛ. МК - тумблер включения мотор-компрессора;
- ВБП - тумблер включения блока питания БЭЭ, ДИП;
- КОМПРЕССОР - импульсная кнопка резервного включения МК;
- АРС 13 В - импульсная кнопка проверки питания 13В.
- АКК. БАТ. - вольтметр, показывающий напряжение аккумулят. батареи;
- Резистор - для регулирования освещения блока.

Блок №2

- СКОРОСТЬ- цифровой индикатор, показывающий фактическую скорость поезда;
- 0Ч, 0-80 - локомотивный указатель допустимой скорости;
- ЛСД - лампа сигнализации дверей;
- ЛХРК - сигнальная лампа хода РК;
- РП - сигнальная красная лампа РП;
- ЛСН - лампа сигнализации неисправности;
- ЛН - лампа направления;
- ЛКВД - лампа контроля выключения двигателей;
- ЛКТ - лампа контроля торможения;
- ЛКВЦ - лампа контактора КВЦ;
- РС - лампа равенства скоростей;
- ЛВД - лампа включения двигателей;
- ЛСТ - лампа сбора схемы на тормоз.

Блок №3

Манометры -показывают давление в НМ, ТМ и ТЦ;

Блок №4

не используется

Блок №5

- УНЧ - тумблер включения усилителя низкой частоты;
- Контроль - тумблеры контроля громкости РИУ;
- Радио - тумблер включения РИУ;
- Закр. дв - выключатель закрытия дверей;
- Программа - импульсная кнопка включения программ РИУ;
- Рез.закр.дв. - импульсная кнопка резервного закрытия дверей;
- Возвр.РП, ВА - импульсная кнопка возврата РП, ВА;
- РП - сигнальная зеленая лампа РП;
- Лев.дв - импульсная кнопка открытия левых дверей;
- ВПД - выключатель положения дверей;
- Лев.дв - импульсная кнопка открытия левых дверей.

Блок №6

Бдительность -импульсные кнопки бдительности КБ1 и КБ2;
 Вент№1 -импульсная кнопка включения вентиля № I;
 Вкл.АВ.Вент -тумблер включения аварийной вентиляции;
 Откл.Вкл. АВУ -тумблер включения и отключения АВУ;
 Откл.ВА -импульсная кнопка отключения ВА;
 АВУ -сигнальная лампа АВУ;
 ЛКВП -сигнальная лампа контроля включения ББЭ, ДИП.
 АРС -тумблер включения устройств АРС-Д;
 АЛС -тумблер включения устройств АЛС;
 АРС-Р -тумблер включения резервного комплекта АРС хвостового вагона;
 Защ.преобр.(КЗП) -импульсная кнопка восстановления защиты БПСН и для проверки схемы управления ходового режима без высокого напряжения;
 Сигн.неиспр. -импульсная кнопка сигнализации неисправности;
 Звонок -импульсная кнопка включения ТВУ;
 Дешифратор -тумблер дешифрирования кодовых сигналов 1/6 или 2/6.
 Освещение -тумблера включения освещения салона, кабины, пульта;
 ВП -тумблер включения в устройствах АРС-Д при переходе в режим работы "Вспомогательный поезд».

Блок №7

Рез.пуск -импульсная кнопка для сбора схемы при переходе на резервное управление;
 Авар.ход -импульсная кнопка аварийного хода "КАХ";
 КРУ -контроллер резервного управления;
 Пневм.тор. -сигнальная лампа пневматического тормоза;
 Прав.дв -импульсная кнопка, открытия правых дверей;
 Фары -тумблер включения белых фар;
 ВУС -тумблер включения усиленного света белых фар;
 ВАХ -выключатель аварийного хода;
 ВАД -выключатель аварийный двери.

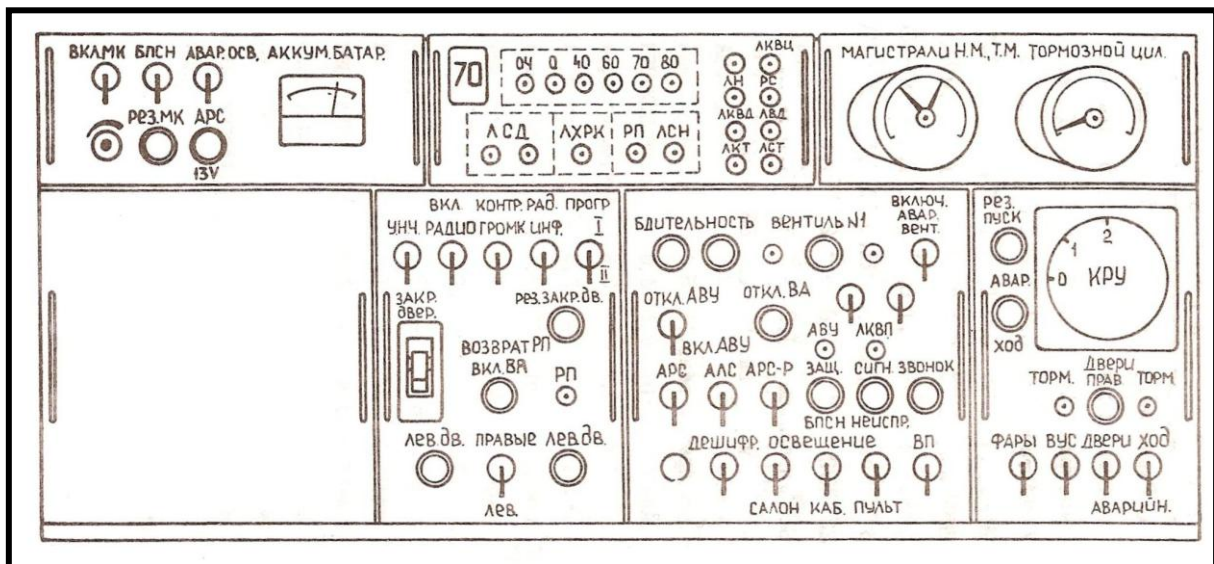


Рис.106 Лицевая панель пульта машиниста

2.35 Тяговый двигатель ДК-117ДМ

Для приведения в движение и электрического торможения вагонов метрополитена 81-717, 81-714 используются тяговые двигатели ДК-117ДМ.

Установлены двигатели последовательного возбуждения, защищенного типа, самовентилируемые с вентилятором со стороны привода.

Подвеска тягового двигателя опорно-рамная. Весь вес двигателя поддресорен надбуксовыми пружинами.

Общий вид двигателя представлен на рис.107.

Двигатель состоит из: станины; 4-х главных полюсов, 4-х дополнительных полюсов, якоря, щеткодержателей со щетками, подшипниковых щитов с подшипниками.

Подвеска тяговых двигателей ДК-117ДМ на раме тележки изображена на рис.108.

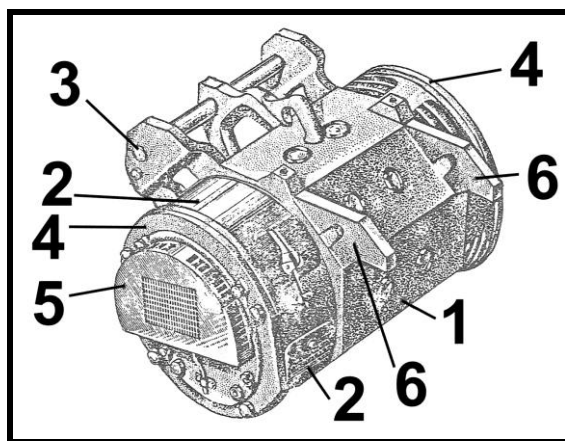


Рис.107 Тяговый двигатель ДК-117ДМ

1-остов; 2-коллекторные люки с крышками; 3-кронштейны для подвески; 4-подшипниковые щиты; 5-вентиляционный патрубок; 6-предохранительные кронштейны

Технические характеристики двигателя

1. Мощность номинальная, кВт-	- 114;
2. Напряжение номинальное, В-	- 375;
3. Ток якоря, А, часового режима-	- 340;
4. Ток якоря, А, продолжительного режима-	- 290;
5. Частота вращения, об/мин, номинальная-	- 1480;
6. Марка щеток-	- ЭГ841;
7. Размер щеток, мм-	- 16x32x50;
8. Сопротивление обмоток, Ом при 20° С-	
-якоря-	- 0,0285;
-главных полюсов-	- 0,0312;
-дополнительных полюсов-	- 0,0103;
9. Тип обмотки-	- петлевая;
10. Число коллекторных пластин -	-;210
11. Напряжение на двигателе в генераторном режиме, В	-750;
12. Максимальная частота вращения, об/мин.	- 3600;
13. Аксиальный разбег якоря, не более мм	- 0,15-0,50;
14. Биение конусной поверхности якоря, мм	- 0,2;
15. Зазор между коллектором и щеткодержателем, мм	-2-5;
16. Нажатие на щетку, кгс	- 2,1 - 3,1;
17. Высота щеток, мм не менее	- 25;
18. Площадь прилегания щетки к поверхности коллектора, не менее, %	- 75;
19. Разница нажатия на щетку в одном щеткодержателе, кгс, не более	- 0,3;
20. Непараллельность гнезда щеткодержателя относительно рабочей поверхности коллекторной пластины, мм не более	- 1,2;
21. Допустимый нагрев якорных подшипников, град. не более	- 50;
22. Обрыв жил шунта щеток, не более %	- 10.

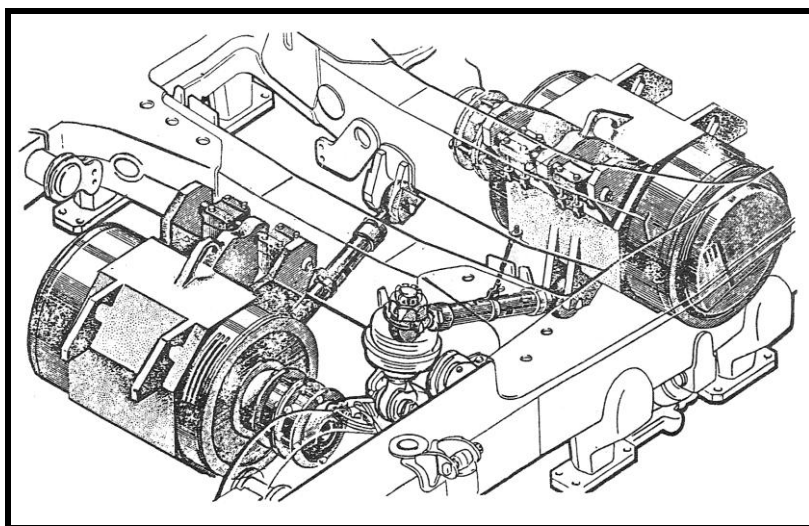


Рис.108 Подвеска тяговых двигателей ДК-117ДМ на раме тележки

2.35.1 Станина

Станина двигателя выполнена из стального литья, обладает повышенными магнитными свойствами и является магнитопроводом.

Станина имеет:

- три прилива для подвески;
- два предохранительных прилива;
- кронштейн для транспортировки;
- отверстия для крепления главных и дополнительных полюсов;
- две расточки с торцов под подшипниковые щиты;
- два коллекторных люка с крышками;
- отверстия для вентиляции, закрытые сеткой из проволоки, во избежание попадания в двигатель посторонних предметов;
- четыре отверстия для выводных проводов.

2.35.2 Главные полюса

Главные полюса двигателя предназначены для создания основного магнитного потока, в котором вращается якорь с обмоткой. Главный полюс представляет собой стальной сердечник, на который надевается катушка из изолированного медного провода (см. рис.109.).

Часть сердечника со стороны обращенной к якорию, выполнена более-широкой и называется полюсным наконечником. Эта часть служит для поддержания катушки и для лучшего распределения магнитного потока по поверхности якорию.

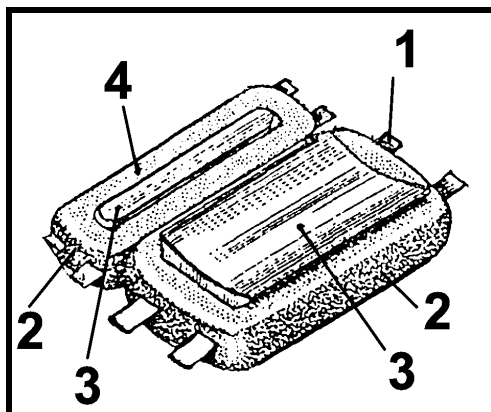


Рис.109 Главный и дополнительный полюса
1-главный полюс; 2- катушка; 3-сердечник; 4-дополнительный полюс

Сердечник (3) главного полюса (1) набирают из отдельных стальных листов толщиной 2 мм (для уменьшения потерь от вихревых токов), а после установки двух крайних листов толщиной 5 мм, склепывается четырьмя заклепками под прессом,

Катушки главного полюса (2) мотают из шинной меди плашмя в два слоя. Число витков - 26. Изоляция главных полюсов кремнийорганическая, принадлежащая к классу нагревостойкости F.

Двигатель имеет четыре главных полюса, которые крепятся к остову болтами. Остов, полюса и якорь составляют магнитную систему двигателя, через которую замыкается магнитный поток, создающий Э.Д.С. в обмотке якоря. Воздушный зазор между якорем и полюсами также является одним из участков магнитной цепи.

2.35.3 Дополнительные полюса

Дополнительные полюса двигателя предназначены для компенсации реакции якоря в зоне между главными полюсами с целью исключения искажения магнитного поля в воздушном зазоре, тем самым способствуя улучшению коммутации во всех режимах работы двигателя. Общий вид представлен на рис.109.

При холостом ходе (рис.110,а) магнитный поток, созданный обмоткой возбуждения, равномерно распределяется вдоль поверхности якоря.

При нагрузке двигателя, проходящий по обмотке якоря ток, создает свое собственное магнитное поле, которое называется магнитным полем якоря (рис. 110,б). Поле якоря искажает основное магнитное поле двигателя. Воздействие магнитного поля якоря на основное магнитное поле называется реакцией якоря (рис.110,в).

В результате реакции якоря физическая нейтраль (2) двигателя поворачивается на некоторый угол относительно геометрической нейтрали (1). Поворот физической нейтрали относительно геометрической ухудшает работу двигателя, вызывая искрение щеток.

Другими вредными последствиями реакции якоря является сильное сгущение силовых магнитных линий под сбегаящими краями полюсов у двигателя и набегающими у генератора и значительное возрастание в этих местах индукции магнитного поля.

При прохождении секциями якоря тех мест под полюсами, где индукция усилена реакцией якоря, в них будет индуцироваться Э.Д.С. большей величины, что вызывает повышение напряжения между коллекторными пластинами, к которым присоединены эти секции.

Дополнительные полюса размещают между главными полюсами на геометрической нейтрали двигателя, т.е. там где расположены коммутируемые секции, замыкаемые накоротко щетками. Ширина полюсов выбирается небольшой, чтобы магнитное поле их действовало только в зоне, где происходит коммутация. Магнитное поле дополнительных полюсов компенсирует действие поля якоря в зоне коммутации.

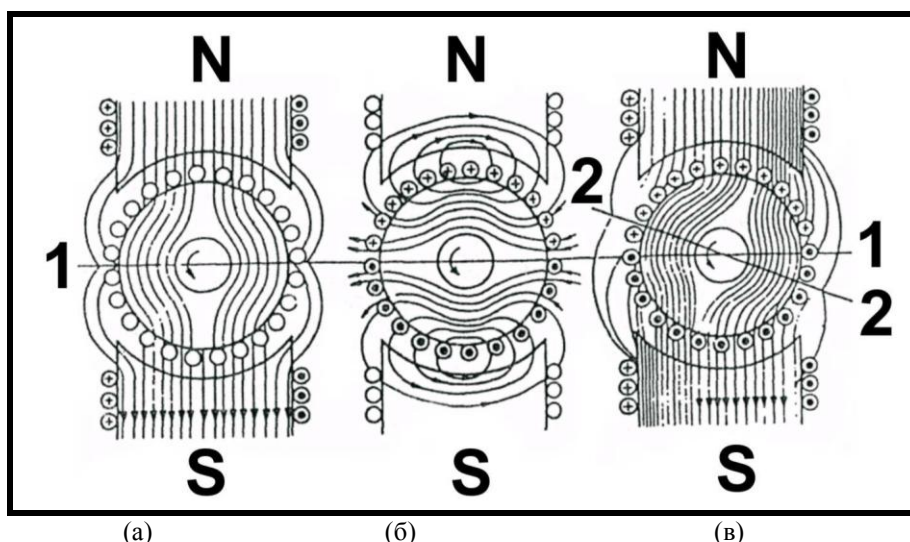


Рис.110 Направление магнитного потока обмоток возбуждения (а), обмотки якоря (б), изменение потока вследствие реакции якоря (в)

Дополнительный полюс состоит из литого сердечника (3) и катушки (2).

Катушки дополнительных полюсов - однослойные из шинной меди на ребро. Число витков - 15. Изоляция аналогична изоляции главных полюсов. Дополнительные полюса крепятся к остову болтами.

2.35.4 Якорь

Якорь предназначен для создания крутящего момента двигателя и тормозного момента генератора. Якорь представлен на рис.111.

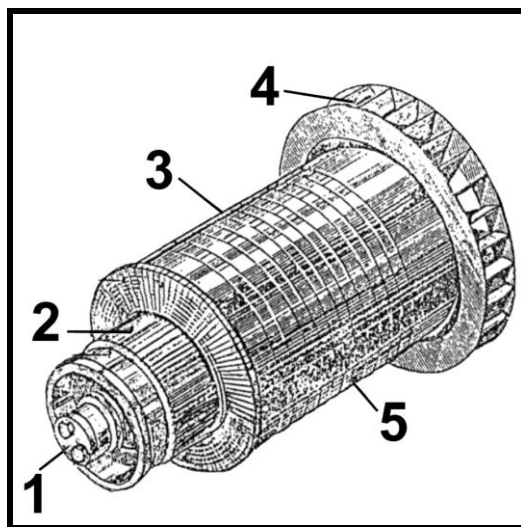


Рис.111 Якорь ТЭД ДК-117ДМ

Якорь состоит из вала (1), коллектора (2), обмотки (3), вентилятора (4), сердечника (5).

Вал двигателя изготавливают из стали 45.

Сердечник (5) предназначен для укладки в него обмотки якоря (3) и является частью магнитной цепи двигателя. Сердечник собирают из штампованных листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Для уменьшения потерь от вихревых токов листы изолируют один от другого тонким слоем лака. Листы собирают в общий пакет, который насаживают на вал якоря на шпонке. В каждом листе имеются: отверстие со шпоночной канавкой для насадки на вал якоря; вентиляционные отверстия и пазы для укладки обмотки якоря. Верхняя часть пазов имеет форму «ласточкиного хвоста» для клинового крепления обмотки.

Обмотка (3) состоит из отдельных секций, укладываемых в два слоя в пазы сердечника. Число секций равно числу пазов в сердечнике. Одна сторона каждой секции располагается в верхнем слое, другая в нижнем слое другого паза. Секции собирают в пакеты из пяти штук, формируют соответствующим образом для последующей укладки в пазы сердечника и изолируют. Конец каждой секции вставляется в паз коллекторной пластины и приваривается.

В двигателе применяется петлевая обмотка. Чтобы обмотка не выпадала из пазов, в пазовую часть забивают текстолитовые клинья, а переднюю и заднюю части обмотки укрепляют проволочными бандажами, которые после намотки пропаивают оловом.

Коллектор (2) предназначен для равномерного распределения тока по секциям якорной обмотки. Коллектор состоит из: набора коллекторных пластин толщиной 5-8 мм, изготовленных из твердотянутой меди клинообразного сечения, втулки коллектора, нажимного конуса, гайки коллектора, изоляционного цилиндра, изоляционных манжет, шнура, груза балансировочного.

Коллекторные пластины изолируются одна от другой миканитовыми прокладками. Нижняя часть пластин имеет форму "ласточкина хвоста", при помощи которого пластины зажимают между втулками коллектора и нажимным конусом. Крепление пластин осуществляют коллекторной гайкой, которую наворачивают на резьбовую часть втулки коллектора. Верхняя часть пластин имеет пазы для укладки и последующей приварки секций якорной обмотки.

В собранном виде коллектор напрессовывается на вал якоря с усилием 20т. Нормально поверхность коллектора должна быть гладкой. Равномерное потемнение коллектора в процессе эксплуатации без следов подгара свидетельствует о наличии устойчивого слоя политуры и хорошей коммутации. По условиям нормальной коммутации максимальное межламельное напряжение между коллекторными пластинами не должно быть больше 30В, предельно допустимое максимальное межламельное напряжение для данного класса машин составляет 37В. При напряжении больше 37В создается недопустимо большое искрение под щетками, что приводит к возникновению кругового огня. Круговой огонь представляет собой короткое замыкание коллекторных пластин якоря двигателя с образованием электрической дуги на поверхности коллектора и приводит к выходу из строя ТЭД.

Причины искрения на щетках подразделяются на механические и электромагнитные. Механические причины связаны с нарушением контакта между щетками и коллектором:

- неровностью поверхности коллектора;
- не притерты щетки к коллектору;
- биение коллектора;
- выступание отдельных коллекторных пластин, миканита;
- заедание щеток в щеткодержателе;
- вибрацией щеток- свободное расположение щеток в обойме;
- неравномерный натяг щеточных пружин.

Электромагнитные причины искрения на щетках связаны с характером протекания электромагнитных процессов в коммутлируемых секциях (перегрузка, к.з. в сети).

Вентилятор

Вентилятор (4) предназначен для охлаждения обмоток ТЭД, устанавливается на валу якоря со стороны привода. Общий вид вентилятора изображен на рис.112...

Вентилятор, изготавливается из алюминиевого сплава. Засасываемый воздух распределяется на два параллельных потока. Один из потоков омывает поверхность между якорем и главными полюсами, другой проходит под коллектором и по вентиляционным каналам внутри сердечника якоря. Нагретый воздух выбрасывается через специальные отверстия в остове со стороны противоположной коллектору.

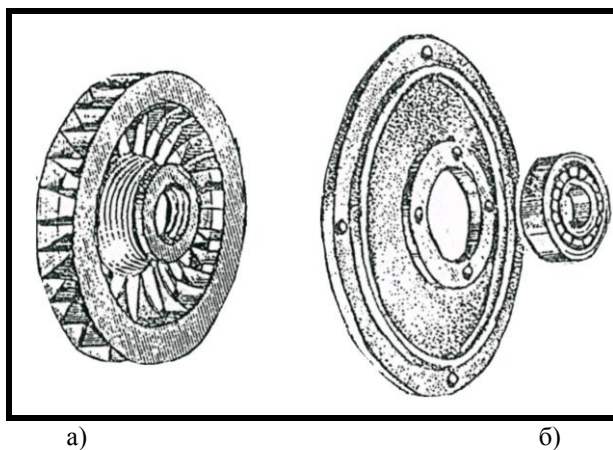


Рис.112 Общий вид вентилятора (а) и подшипникового щита (б)

Мощность, которую можно получить от электрической машины, ограничена предельной температурой, которую может выдержать изоляция обмоток. Поэтому, при охлаждении значительно снижается нагрев обмоток, что позволяет повысить мощность двигателя.

2.35.5 Подшипниковые щиты

Литые подшипниковые щиты крепят к остову болтами. В щитах имеются лабиринтные канавки для смазки подшипников. В качестве смазки применяют смазку ЖРО. Общий вид подшипникового щита с подшипником изображен на рис.112.б

В щиты устанавливаются подшипники: со стороны коллектора- роликовый, который фиксирует положение вала якоря; со стороны привода- свободный роликовый подшипник. Подшипники закрываются крышками.

2.35.6 Щетки и щеткодержатели

Для отвода тока от вращающегося коллектора и подвода к нему тока применяется щеточный аппарат - щетки и щеткодержатели. Всего четыре щеткодержателя и восемь щеток марки ЭГ-841(ЭГ-84). Общий вид щеткодержателя и щеток представлен на рис.113.

Щетки (1) имеют прямоугольную форму. Применяются исключительно электрографитированные, обладают хорошими коммутлирующими свойствами, значительной механической прочностью и способностью выдерживать большие перегрузки.

Щетки устанавливают в щеткодержатели (2). Для снижения переходного сопротивления между щеткодержателем и щеткой, к щетке прикрепляют медный гибкий проводник сечением $2,5 \text{ мм}^2$, который крепят к щеткодержателю.

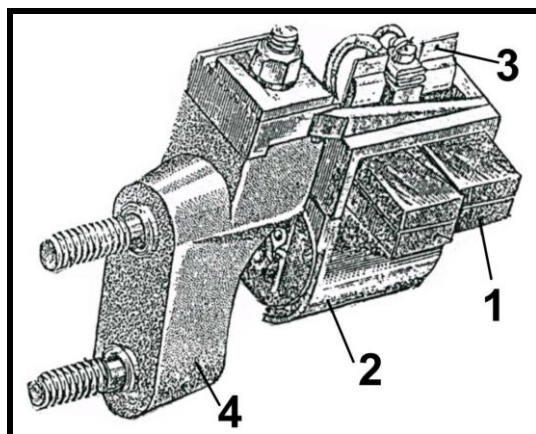


Рис.113 Щеткодержатель со щетками

Одним из условий хорошей работы щеток является надежный контакт между щеткой и коллектором, который достигается при помощи нажимного пальца (3), смонтированного на щеткодержателе и качественной притиркой щеток к поверхности коллектора.

Щеткодержатели укрепляют на изоляторах (4) непосредственно к подшипниковому щиту, имеют гребенку для возможной регулировки зазора между коллектором и щеткодержателем.

Щеткодержатели состоят из литого латунного корпуса.

Глава 3 Оборудование освещения и сигнализации

3.1 Люминесцентные светильники

Светильник С2-ЛЛ, с двумя люминесцентными лампами ЛБ-20ЖУ номинальной мощностью 20 Вт и встроенным электронным пускорегулирующим аппаратом (ЭПРА), предназначен для рабочего освещения вагонов метро.

Светильник рассчитан на работу от сети постоянного тока номинальным напряжением 80 В. Минимальное напряжение включения -60 В.

Светильник состоит из монтажной панели со встроенным преобразователем напряжения (1), двух ламп типа ЛБ-20ЖУ (2), основания (3) и рассеивателя.

Встроенный преобразователь напряжения преобразует 80 В постоянного тока в переменный ток 220 В с частотой 25 кГц для питания ламп светильника.

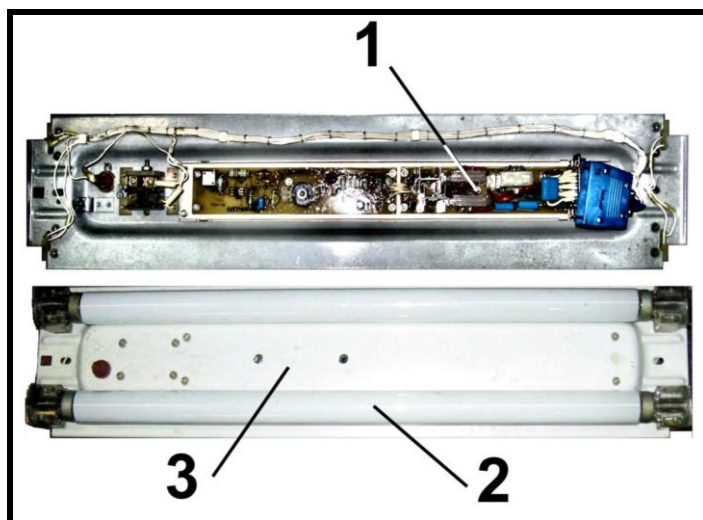


Рис.114 Общий вид светильника С2-ЛЛ

3.2 Блок питания фар вагонов метро БПФ-717

Блок БПФ-117 предназначен для питания стабилизированным напряжением ламп накаливания фар с номинальным напряжением 24В головных вагонов метро 81-717.5М от бортовой сети с номинальным напряжением 80В.

Технические характеристики

1. Номинальное напряжение питания постоянного тока, В	-80;
2. Номинальное выходное напряжение, В	-24,5;
3. Номинальная выходная мощность, Вт	-200;
4. Напряжение питания, при котором изделие сохраняет свои параметры, В	-52,5-90;
5. Ограничения пускового тока нагрузки, А	-11-12;
6. Ток потребляемый изделием при коротком замыкании в нагрузке, А не более	-0,4.

Блок БПФ-717 представляет собой высокочастотный стабилизирующий преобразователь постоянного напряжения. Рабочая частота преобразования 50-70 кГц. Стабилизация выходного напряжения осуществляется методом широтно-импульсного регулирования. Защита блока от короткого замыкания в нагрузке обеспечивается методом ограничения выходного тока.

Блок БПФ-717 состоит из следующих основных узлов:

- узел запуска;
- узел управления;
- мощный инвертор;
- узел защиты;
- фильтры радиопомех.

Применение блока БПФ-717 позволило повысить надежность наружного освещения вагонов метро путем параллельного (вместо последовательного) соединения ламп фар освещения с ограничением пусковых токов через лампы. Схемы подключения блока представлены на рис.149.

3.3 Блок бортовой сигнализации

Блок бортовой сигнализации предназначен для выдачи оперативной информации машинисту о работе оборудования на конкретном вагоне.

Бортовая сигнализация состоит из диэлектрической панели, на которой установлены 3 патрона с лампами РН-120-15 (120В на 15Вт) и клеммника для соединения проводов.

С наружной стороны кузова на панели бортовой сигнализации установлены светофильтры следующих цветов (сверху вниз) (см. рис.115):

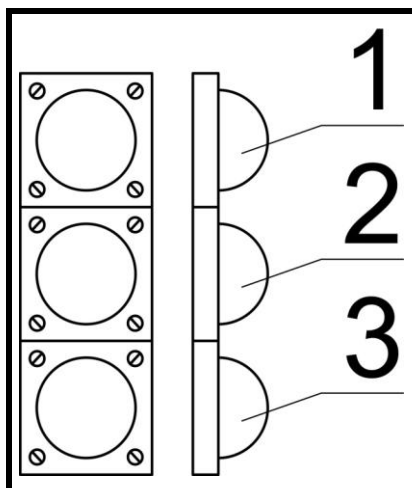


Рис.115 Расположение светофильтров на кузове вагона

- опаловый цвет (1)- сигнализирует об открытии дверей на вагоне;
- зеленый цвет (2)- сигнализирует о срабатывании защиты на вагоне;
- желтый цвет (3)- сигнализирует о срабатывании пневматического или стояночного тормоза.

Панели бортовой сигнализации смонтированы на каждом вагоне с обеих сторон кузова. Электрические схемы включения ламп приведены на рис.149, 150.

Глава 4 Контрольно-измерительные приборы

К контрольно-измерительным приборам относятся манометры и магнитоэлектрические приборы.

Манометры предназначены для измерения избыточного давления в пневматических магистралях. На вагонах установлены манометры двух типов: МП и МП2. Первый из них измеряет избыточное давление в тормозных цилиндрах при пневматическом или электропневматическом торможениях. Манометр МП2 имеет двух стрелочную конструкцию и предназначен для одновременного определения избыточного давления в двух различных системах: напорной и тормозной магистралях.

Технические данные манометров

Тип манометра	МП	МП2
Верхний предел измерения не более кГс/см ²	6,0	16,0
Класс точности	1,5	1,5

Манометры выполнены в пылезащищенном и виброустойчивом исполнении. На вагоне 81-717.5М манометры установлены на пульте управления кабины машиниста. На вагоне 81-714.5М манометры установлены на одной текстолитовой панели и расположены в нише над первой торцевой дверью.

Магнитоэлектрические приборы предназначены для измерения тока или напряжения в цепях силовой и управления. Приборы магнитоэлектрической системы выполнены со стрелочным указателем и с равномерной шкалой. Нулевая отметка у них может быть расположена на краю шкалы или посередине диапазона измерений.

Для расширения пределов измерения этих приборов применены калиброванные шунты (для амперметров) и добавочные резисторы (для киловольтметров), включенные в силовую электрическую схему вагона. Характеристики измерительных приборов и их назначение указаны в таблице 17

Таблица 17

Наименование прибора	шкала измерения	класс точности	тип шунта	тип добавочного резистора	назначение прибора
амперметр	0-75	1,5	75ШСМ на 75А		для контроля тока в цепях источника питания ДИП
амперметр	500-0-500	1,5	75ШСМ на 500А		для контроля тока в силовой цепи
вольтметр	0-100	1,5			для контроля напряжения в цепях управления вагона
вольтметр	0-1000	1,5		Р-3033 на 200 кОм	для контроля напряжения в цепях подключенных к контактному рельсу

На вагонах 81-717.5М магнитоэлектрические измерительные приборы установлены:

- в кабине машиниста в специальном металлическом кожухе над пультом управления, сгруппированы приборы, включенные в силовую электрическую цепь (амперметр 500-0-500 и киловольтметр 0-1000) с индивидуальной подводкой к ним проводов;

- в левом аппаратном отсеке расположен амперметр 0-75;

- в пульт управления машиниста вмонтирован вольтметр 0-100.

На вагоне 81-714.5М эти измерительные приборы расположены:

- вольтметр 0-100 и амперметр 0-75 на специальной панели в нише над передней торцевой дверью;

- киловольтметр 0-1000- в левом переднем подоконном шкафу;

- амперметр 500-0-500 – в правом заднем подоконном шкафу рядом с блоком БУ-13.

Глава 5 Общие сведения об электрических схемах

5.1 Для чего нужны электрические схемы

Современный вагон метрополитена представляет собой комплекс сложного электрического оборудования, в котором для превращения электрической энергии в механическую применяют тяговые электрические двигатели.

Установлению и соблюдению правильного режима работы электрического оборудования способствует управляющая, измерительная и защитная аппаратура, а контролирует работу оборудования система сигнализации.

На вагонах используются современные системы управления и регулирования рабочих процессов аппаратов и тяговых двигателей:

- реле РУТ регулирует ток в силовой цепи путем контроля вращения РК и выводом пуско-тормозных резисторов;

- автоматизирован пуск и разгон поезда;
- автоматически включается устройство ослабления магнитного поля двигателей;
- автоматизирован процесс торможения поезда;
- регулятор давления автоматически постоянно поддерживает уровень давления сжатого воздуха в напорной магистрали в заданных режимах.

Тяговые двигатели, аппараты, приборы вагонов соединены в электрические цепи, которые работают в строго определенной зависимости и между собой соединены многочисленными проводами, уложенными в кондуиты.

Если бы не было электрических цепей, было бы очень трудно осуществить требуемые соединения аппаратов, задать необходимые режимы работы электрического оборудования вагонов по системе многих единиц.

Под схемой электрической цепи понимают показанные графически соединения изображенных условными обозначениями электрических машин, аппаратов, приборов и другого электрического оборудования.

Руководствуясь схемой можно практически осуществить соединения оборудования, чтобы обеспечить его нормальную работу. При смене оборудования во время его ремонта по схеме определяют правильность включения вновь установленного оборудования.

В случае нарушения нормальной работы электрического оборудования вагона машинист в пути следования и слесарь при ремонте используют схему электрических цепей для определения и устранения неисправности.

Локомотивные бригады и ремонтный персонал должны хорошо знать устройство, назначение, работу аппаратов, приборов включенных в электрическую цепь, и научиться читать электрические схемы, эксплуатируемых вагонов. Уметь читать схемы, значит, уметь, пользуясь условными графическими изображениями, проследить путь тока по электрической цепи, определить связь и взаимодействие электрического оборудования. Четкое и ясное представление об электрической схеме, вместе с пониманием диаграммы разгона и торможения вагона – неперенное условие правильного понимания сложных процессов, характеризующих работу оборудования вагонов. Это дает возможность машинисту правильно управлять поездом, полнее использовать его мощность, силу тяги при минимальных затратах электроэнергии и в тоже время избегать таких режимов работы, которые неблагоприятно бы отразились на техническом состоянии оборудования.

Применение систем автоматического регулирования работы оборудования, АРС и др. упрощает процесс управления поездом и обеспечивает его работу в наиболее выгодных режимах. Но одновременно с этим усложняет аппаратуру и схемы, что требует более глубокого их изучения.

5.2 Условные графические обозначения

Для правильного и единого изображения электрических схем применяют систему условных графических обозначений всех элементов, образующих электрические цепи, включая и соединительные провода.

Во многих случаях символы, условно изображающие элементы электрического оборудования, в какой – то мере отражают наиболее характерные черты или формы очертания самого оборудования, что облегчает их понимание и запоминание. Например: обмотка якоря тягового двигателя изображается окружностью, характерной для конструкции самого якоря и коллектора, а наличие условного обозначения щеток подчеркивает, что это машина постоянного тока. Обмотки главных полюсов обозначают полуокружностями, изображающими витки. Полупроводниковый выпрямитель (диод), обладающий свойством пропускать ток только в одном направлении, изображают в виде треугольника, острие которого указывает проводящее направление диода. Конденсатор изображают двумя вертикальными линиями линиями, указывающими на наличие изолированных друг от друга обкладок, на которых под действием электрического поля накапливаются электрические заряды и т. д.

Условные графические обозначения аппаратов, приборов, машин, проводов, а также знаки, характеризующие род тока и виды соединения обмоток установлены государственными стандартами (ГОСТ) и являются обязательными при составлении электрических схем. Перечень основных электрических элементов с их графическим условным обозначением приведен в табл.18. Провода, кабели, шины объединяются общим названием – линии электрической связи ими соединяют условные обозначения элементов оборудования (катушки, контакты, обмотки). Соединение линий электрической связи при пересечении обозначаются точкой, и называется узлом.

Линии электрической связи вычерчивают горизонтально или вертикально. Обычно строки схемы подобно строкам в книге читают по горизонтали слева направо.

Таблица 18

№п.п.	Наименование	Обозначение
1	Ток постоянный. Напряжение постоянное	
2	Ток переменный. Напряжение переменное	
3	Полярность отрицательная	"-"
4	Полярность положительная	"+"
5	Заземление	
6	Корпус (аппарата, прибора, машины)	
7	Экран	
8	Полупроводниковый диод	
9	Активное сопротивление	
10	Линии электрической связи пересекающиеся. Электрически не соединенные	
11	Линии электрической связи пересекающиеся. Электрически соединенные	
12	Повреждение изоляции: - на корпус - на землю	
13	Сопротивление регулируемое(реостат): - с разрывом цепи - без разрыва цепи	
14	Конденсатор	
15	Катушка индуктивности, без сердечника	
16	Катушка индуктивности, дроссель с ферромагнитным сердечником	
17	Батарея из аккумуляторных элементов	
18	Предохранитель плавкий	
19	Обмотка реле, контактора	
20	Обмотка электромагнитного реле с с указанием выдержки времени - с замедлением при срабатывании - с замедлением при отпуске	
21	Блок-контакт контактора и реле: - замыкающий - размыкающий	
22	Контакт с дугогашением	
23	Контакт не электрического аппарата (пнев)	
24	Контакт реле с выдержкой времени: - контакт замыкающий - контакт размыкающий	
25	Выключатель	
26	Выключатель автоматический	
27	Кнопка с самовозвратом и замык. контактом	
28	Кнопка с самовозвратом и размык. контактом	
29	Обмотка возбуждения ТЭД	
30	Якорь с обмоткой, коллектором и щетками	
31	Лампа осветительная	
32	Звонок электрический	
33	Рельсовый токоприемник	

5.3 Применение условных графических обозначений в схемах

Коммутирующие аппараты (контакторы, реле) в схемах изображают, как правило, в отключенном положении, когда на катушках приводов нет тока и соответственно сил, воздействующих на подвижные системы и контакты. У отключенных аппаратов блокировочные контакты могут быть, как разомкнуты (замыкающие), так и замкнуты (размыкающие). При включении аппарата замыкающий контакт замыкается, соединяя цепь, в которую он включен, а размыкающий – размыкается, отключая эту цепь (см. табл.18 п.21).

Однако на подвижном составе применяют двух- или многопозиционные аппараты, у которых нет отключенного положения.

Например, двухпозиционный реверсор имеет два рабочих положения: «вперед» и «назад».

Аппараты, не имеющие отключенного положения, изображают на схемах в одном из рабочих положений, взятом за исходное. Например, реверсор – это положение «вперед».

Для реостатных контроллеров с электрическим приводом исходным положением является первая позиция. Переключатели типа ПКП – 25, контроллеры машиниста КВ70, КВ68, обычно имеют выключенное (нулевое) положение, которое и является исходным.

За исходное положение аппарата с электропневматическим приводом принимают такое, при котором к нему подведен сжатый воздух, а цепи управления вентилями обесточены. Это важно учитывать для аппаратов, управляемых электропневматическими вентилями выключающего типа, т. к. в этом случае один из

цилиндров аппарата будет сообщен с источником сжатого воздуха, что не соответствует его исходному состоянию.

При исходном положении аппарата его замыкающие контакты на схеме показывают разомкнутыми, а размыкающие замкнутыми.

Подвижные контакты реле, кнопок, выключателей изображают исходя из условия, что сила, приводящая к срабатыванию, должна быть, направлена сверху вниз при горизонтальном изображении цепей и слева направо при вертикальном.

На рис.116 стрелками показано направление действия силы на подвижный контакт реле, выключателя. При срабатывании реле или выключателя под действием этой силы их контакты либо замыкаются (рис.116,а,в), либо размыкаются (рис.116,б,г).

Чтобы определить, элементы, какого оборудования изображены на схеме, о каком аппарате идет речь, какому аппарату принадлежат контакты, условные обозначения дополняют буквами или буквами с цифрами. Такие надписи делают либо внутри условного обозначения, либо над ним, но так чтобы было понятно, к какому контакту это относится.

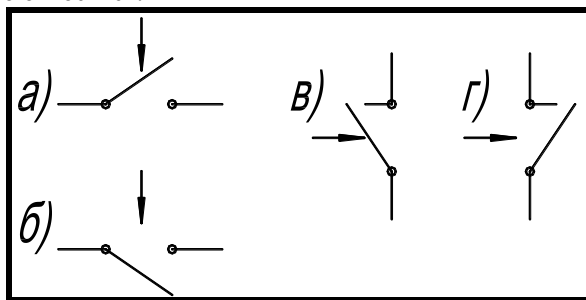


Рис.116 Направление действия силы на контакты

Для удобства пользования и облегчения запоминания используются начальные буквы слов, обозначающих наименование оборудования, или положение вала группового аппарата:

Например: мотор – компрессор – МК, реостатный контроллер - РК, реверсор – положения ВП, НАЗ, реле реверсировки – РР, переключатель положений - положения ПС, ПП, ПМ, ПТ.

Блок – контакты аппаратов изображаются на схемах теми же символами, что и силовые контакты.

Например:



В многопозиционном реостатном контроллере ЭКГ–39Б силовые контакты обозначаются буквами с цифрами. Цифры показывают порядковый номер контакта. Например: РК3, РК25, блок–контакты также обозначают буквами с цифрами, где цифры показывают на каких позициях данный блок – контакт замкнут. Например: РК1–16, указывает, что с 1 по 16 позиции этот контакт замкнут, а на 17-18-й позиции разомкнут.

В многопозиционном переключателе положений ПКГ-761Д силовые контакты вместе с блок-контактами обозначаются по наименованию позиций ПС, ПП, ПМ, ПТ с цифрами. Цифры показывают порядковый номер контакта.

При составлении схем цепей управления применяют определенную систему обозначения проводов, что облегчает чтение схем. Провода цепей управления разделяются на поездные, проходящие через межвагонные соединения по всему вагону, и вагонные, т.е. внутренние провода электрических цепей одного вагона.

Поездные провода обозначаются цифрами (1,2,3 и т. д.), вагонные – цифрами с буквами (1А, 2А, 3А).

Если вагонный провод последовательно соединяет блок – контакты или катушки аппаратов, то после каждого из них к его номеру прибавляют букву в порядке алфавита (1А, 1Б, 1В и т. д.)

5.4 Система управления схемами

Структура электрических схем тягового подвижного состава во многом определяется примененной системой управления. Различают систему непосредственного управления и систему косвенного дистанционного управления.

На вагонах метрополитена применена косвенная дистанционная система управления. При такой системе управления машинист не осуществляет непосредственного переключения в силовой цепи, а управляет оборудованием при помощи низковольтных цепей, называемых цепями управления.

Все команды на дистанционное управление вагонами по системе многих единиц передаются из головной кабины первого по ходу движения вагона поезда машинистом. В зависимости от поездной обстановки машинист переводит вручную главный вал контроллера машиниста (группового аппарата) и тем самым, включая различные комбинации кулачковых элементов, подает напряжение батареи на определенные поездные провода, по которым, практически одновременно, напряжение передается через ЭКК по всему поезду. На каждом вагоне от поездных проводов питание попадает на соответствующие вагонные провода, что и является причиной одновременной синхронной работы однотипного оборудования на всех вагонах поезда.

Коммутирующими аппаратами силовых цепей в этом случае являются контакторы, а также различные переключатели.

В цепи управления тяговыми двигателями входят кулачковые элементы контроллера машиниста, катушки электропневматических вентилях приводов аппаратов, блок-контакты аппаратов, катушки и контакты реле, соединенные провода. Управление аппаратами вспомогательного оборудования происходит по отдельным электрическим цепям, включаемыми обычно кнопками, тумблерами.

Дистанционное управление осуществляется при помощи индивидуальных или групповых коммутирующих аппаратов (контакторов, переключателей). При системе с индивидуальными аппаратами каждый контактор выполнен конструктивно как отдельный аппарат и имеет свой индивидуальный привод (ПК-163А, КПП-113). Чтобы обеспечить необходимую зависимость и последовательность включения контакторов, реле и других аппаратов, применяется система блокировок, устанавливаемых на самих контакторах.

Групповая система имеет ряд преимуществ перед индивидуальной, главное из которых состоит в том, что необходимая последовательность переключений в силовых цепях обеспечивается применением групповых аппаратов, в которых очередность включения контакторов строго определена самой конструкцией.

Так как вал группового аппарата приводится в движение приводом, то управление электрическими цепями, в которые включены контакторы, сводится к управлению работой этого привода. Групповые аппараты подразделяются на двухпозиционные- реверсор, переключатель положений (ПМТ, ППС) и многопозиционные (реостатный контроллер).

На вагонах метрополитена все переключения в цепях: пуско-тормозных резисторов, резисторов ослабления поля, а также переключения соединения групп двигателей осуществляются групповыми аппаратами. Для реверсирования групп двигателей применяется групповой аппарат-реверсор

Глава 6 Силовая схема вагонов 81-717.5М и 81-714.5М

Силовая схема вагонов 81-717.5М и 81-714.5М имеет два режима работы: тяговый и тормозной. На тяговом режиме схема предусматривает три положения: маневровое, последовательно-параллельное и параллельное с ослаблением магнитного поля ТЭД. На тормозном режиме может быть реализовано три вида торможения: торможение на 1-й позиции РК (импульсное регулирование магнитного поля генераторов на больших скоростях); ручное и автоматическое.

В силовой схеме тяговые двигатели между собой соединены в две группы: первая группа включает 1-й и 3-й тяговые двигатели; вторая группа включает 2-й и 4-й тяговые двигатели. Между собой тяговые двигатели в группах соединены постоянно последовательно.

Группы тяговых двигателей между собой соединяются:

- на тяговом режиме- на 1-ом положении главной рукоятки КВ- последовательно; на 2-м положении главной рукоятки КВ- последовательно-параллельно; на 3-м положении главной рукоятки КВ- последовательно- параллельно с ослаблением магнитного поля ТЭД.

- на тормозном режиме группы тяговых двигателей соединены параллельно по «циклической» схеме.

Работу силовой схемы отображает пуско-тормозная диаграмма, изображенная на рис.117.

В схеме предусмотрено 36 позиций РК на тяговом режиме и 18 позиций РК на тормозном режиме. При этом на тяговом режиме РК вращается с 1-й по 18-ю позиции в прямом направлении (двигатели соединены последовательно), а после переключения групп тяговых двигателей на параллельное соединение РК вращается

в обратном направлении с 18-й (19-я) по 1-ю(36-ю) позиции. На тормозном режиме РК вращается с 1-й по 18-ю позиции в прямом направлении.

Переключение групп тяговых двигателей с последовательного соединения на параллельное и с тормозного соединения на моторное осуществляется переключателем положений ППС и ПМТ.

При последовательном соединении групп тяговых двигателей предусмотрено 18 позиций РК: из них с 1-ой по 14-ю позиции – пусковые резисторные, 15-18-я позиции РК соответствует автоматической характеристике полного поля, 17-18-я позиция РК- являются переходными.

Переход групп тяговых двигателей с последовательного соединения на параллельное осуществляется по методу «моста». При переходе переключателя положений из положения ПС в ПП сначала должны замыкаться одновременно контакторы ПП2 и ПП3, а затем должен размыкаться контактор ЛК2, который рвет уравнильный ток (375-450А), вследствие чего этот контактор имеет дугогасительное устройство.

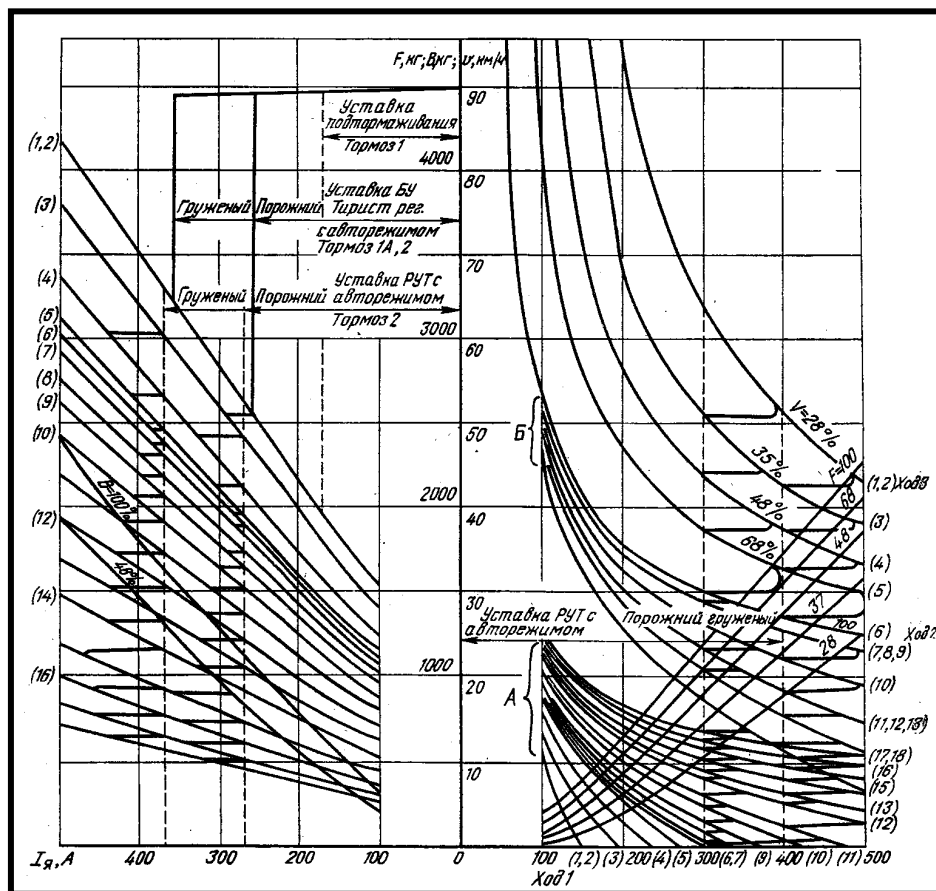
На параллельном соединении групп тяговых двигателей предусмотрено 18 позиций РК: из них 18-я (19-я) по 7-ю (30-ю)- пусковые резисторные, 6-я (31-я) позиция РК соответствует автоматической характеристике полного поля. Начиная с 5-й (32-я) по 2-ю (35-я) позиции РК происходит ослабление магнитного поля групп тяговых двигателей с 70% до 28% путем шунтирования кулачковыми элементами РК ступеней резистора ослабления поля. 2-я (35-я) и 1-я (36-я) позиции РК сдвоены, магнитное поле тяговых двигателей 28%.

1-я (36-я) позиция РК является автоматической характеристикой при параллельном соединении групп тяговых двигателей и ослабленном магнитном поле до 28%.

Торможение с высоких скоростей происходит путем плавного регулирования степени ослабления поля генераторов от 48% до 100% и корректировки тока якоря от величины 250-260А до 350-370А на полном поле, в зависимости от загрузки вагона, путем подключения параллельно обмоткам возбуждения генераторов контакторами КСБ1 и КСБ2 силовых тиристорных ключей. Плавное регулирование обеспечивает поддержание устойчивой работы двигателей по реактивной ЭДС и максимальному межламельному напряжению.

После выхода на 100% поле начинается электрическое реостатное торможение. Вращается РК с 1-й по 18-ю позиции, вывода ступени тормозных резисторов из цепи генераторов. На 17-й, 18-й позиции РК вступает в действие пневматический тормоз от вентиля замещения ВЗ№1.

Авторежимное устройство работает как в тяговом так и в тормозном режимах.



а) б)
Рис.117 Тормозная диаграмма (а) Пусковая диаграмма (б),

6.1 Пуско-тормозная диаграмма

6.1.1 Пусковая диаграмма

Пусковой диаграммой называется графическое изображение изменения скорости движения и силы тяги в зависимости от тока при пуске тягового двигателя.

Пусковая и тормозная диаграммы строятся для одного двигателя, представлены на рис.117.

Пусковая диаграмма имеет большое значение: по диаграмме можно определить величину тока, величину реализуемой мощности, скорости, ускорение пуска, тяговое усилие и время для каждой позиции в отдельности и за весь пуск: ускорение, реализуемый коэффициент сцепления.

На пусковой диаграмме графически располагаются скоростные характеристики $V=f(I)$, которые начинаются снизу от первой реостатной позиции РК. Первая позиция РК рассчитывается на полностью введенные пусковые резисторы, исходя из необходимости реализации расчетного ускорения $0,3 \text{ м/с}^2$ для плавности трогания:

$$I = \frac{U}{r + R}, A$$

Во вращающемся якоре

$$I = \frac{U - E}{r + R}, A$$

По мере увеличения скорости вращения якоря двигателя противо-ЭДС увеличивается, а ток уменьшается. Чтобы величину тока поддерживать на определенном уровне, т.е. иметь постоянное тяговое усилие, необходимо постепенно уменьшать величину сопротивления пусковых резисторов R , доведя их величину до нуля. После первой позиции до достижения тока уставки РК должно вращаться хронометрически увеличивая ускорение с $0,3$ до $1,2 \text{ м/с}^2$.

Скоростные характеристики строятся по числу позиций реостатного контроллера на последовательном и параллельном соединении групп ТЭД, включая позиции ослабления поля.

Скоростные характеристики подразделяются на реостатные и безреостатные. Реостатными характеристиками являются такие, которые имеют определенную величину сопротивления резисторов и время движения по ним ограничивается их нагревом (не более 5 минут). Характеристики при полностью выведенных резисторах называются безреостатными (ходовыми).

Кроме скоростных характеристик на пусковой диаграмме строятся и тяговые характеристики $F=f(I)$. Тяговые характеристики строятся слева-направо, с увеличением тока увеличивается и сила тяги. Эти характеристики располагаются одна под другой. Наверху располагается характеристика 100% поля ТЭД и по мере ослабления поля характеристики опускаются вниз. Количество их зависит от количества ступеней ослабления поля.

Величины пусковых резисторов подбираются таким образом, чтобы величина тока не была опасна для двигателя и не превышала в пределах поезда уставку автоматов защиты на тяговых подстанциях, а также чтобы сила тяги не превышала силу сцепления колес с рельсами, т.е. на пусковые диаграммы накладывается ограничение по току, сцеплению и конструктивной скорости.

Некоторые позиции на параллельном соединении ТЭД могут быть сдвоены или строены, на них не происходит изменений в силовой цепи и выполнены с целью улучшения плавности пуска.

6.1.2 Тормозная диаграмма

Графическое изображение изменения скорости и тормозной силы от тока при торможении называется тормозной диаграммой.

Тормозная диаграмма изображена на рис.117.

Построение тормозной диаграммы производится в левом координатном углу: по оси абсцисс откладываются величины тока, по оси ординат - скорости и тормозной силы. Тормозные характеристики строятся по числу позиций РК. Кроме тормозных характеристик на тормозной диаграмме строятся характеристики тормозной силы при 48% и 100% полях.

С уменьшением скорости движения на каждой характеристике уменьшается ток и тормозная сила, а при переходе на следующую позицию скачком увеличивается, затем падает до величины уставки, и снова при переходе на следующую позицию скачком возрастает. При таком регулировании поддерживается среднее значение тормозного тока, которое устанавливает величину замедления $1,1 \text{ м/с}^2$ установленную для вагонов 81-717.5М, 81-714.5М.

6.1.3 Порядок работы с пуско-тормозной диаграммой

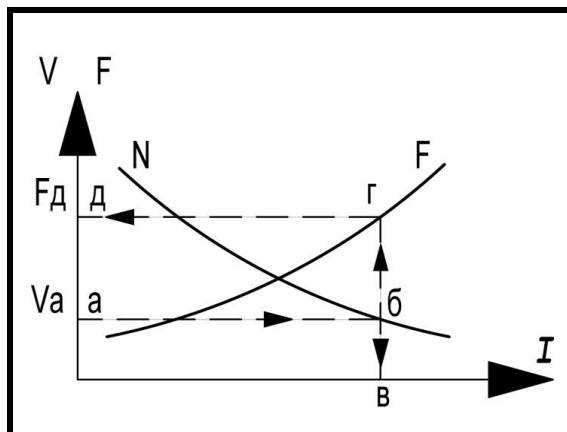


Рис.118

По заданной скорости движения V_a определить позицию РК, ток, силу тяги, реализуемый коэффициент сцепления, ускорение (см. рис.118).

От заданной скорости, которую находим на оси ординат точки a , проводим горизонтальную прямую до пересечения со скоростной характеристикой N , где проходит пилообразная кривая пуска (точка $б$) и находим номер позиции РК. Из точки $б$ опускаем перпендикуляр на ось токов и точка $в$ покажет величину тока тягового двигателя на данной скорости и позиции РК. Из точки $в$ проводим вертикальную прямую до пересечения с характеристикой силы тяги F , соответствующего поля, точка $г$. Из точки $г$ проводим горизонтальную прямую до пересечения с осью ординат и точка $д$ покажет величину силы тяги.

Используя указанную схему можно на любой позиции РК определить скорость движения, ток, силу тяги, ускорение, реализуемый коэффициент сцепления.

6.2 Пуск тяговых двигателей в ходовом режиме

Если к зажимам неподвижного тягового двигателя приложить напряжение U (В), то при сопротивлении обмоток якоря и полюсов r (Ом) в цепи установится ток:

$$I = \frac{U}{r}$$

Сопротивление обмотки якоря и полюсов тягового двигателя ДК-117 составляет около 0,0691 Ом. Если соединить последовательно четыре тяговых двигателя и включить их в сеть с напряжением 750В, то по обмоткам неподвижных двигателей пройдет ток:

$$I = \frac{750}{4 \cdot 0,0691} = 2713A$$

При таком токе вращающий момент будет очень велик, что вызовет разрушение частей самого двигателя, зубчатой передачи. Кроме того, обмотки двигателя при таком токе быстро нагреются и сгорят. Поэтому для ограничения величины тока при пуске последовательно в цепь двигателей вводится дополнительно резистор сопротивлением 4,176 Ом, которое значительно увеличивает сопротивление цепи и ограничивает ток до величины, при которой первоначально допустимая по плавности пуска ускорение $0,3 \text{ м/с}^2$ будет обеспечено. Ток при этом будет равен:

$$I = \frac{U}{R + 4r} = \frac{750}{4,176 + 4 \cdot 0,0691} = 168A$$

Как только вагон тронется с места, т.е. якорь двигателя начнет вращаться, в проводниках обмотки якоря индуцируется ЭДС, которая будет направлена против тока и внешнего напряжения, подводимого к двигателю. Величина противо-ЭДС увеличивается с увеличением скорости вращения якоря двигателя.

Если обозначить величину противо-ЭДС, наводимую в обмотке якоря через E , то величина тока вращающегося двигателя определится выражением:

$$I = \frac{U - E}{R + 4r}$$

Из этой формулы следует, что при неизменном сопротивлении резисторов R и постоянном напряжении контактной сети U с увеличением скорости движения увеличивается и противо-ЭДС, а величина тока падает. Соответственно уменьшается и сила тяги. Чтобы обеспечить разгон по установленной характеристике, нужно сначала повышать ток якоря двигателя путем уменьшения сопротивления пускового резистора. При этом величина ускорения увеличивается с $0,3 \text{ м/с}^2$ до $1,1 - 1,2 \text{ м/с}^2$ с поддержанием постоянства темпом $0,6 \text{ м/с}^3$.

Уменьшение сопротивления пускового резистора производится замыканием накоротко его секций кулачковыми элементами РК, что приводит к ступенчатому колебанию пускового тока, а, следовательно, и величины тягового усилия при разгоне.

Чтобы уменьшить величину колебания тока при пуске предусматривается достаточно большое количество ступеней сопротивлений.

Наиболее полно разгон двигателя отображает пусковая диаграмма, изображенная на рис. 117.

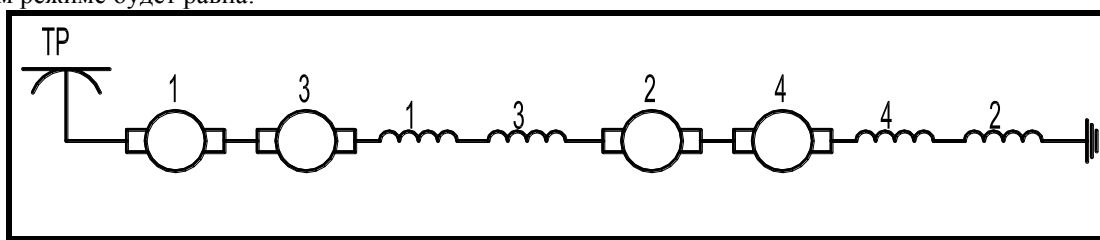
6.3 Регулирование скорости вращения якорей ТЭД

Скорость вращения якоря электрической машины постоянного тока пропорциональна подведенному к двигателю напряжению и обратно пропорциональна его магнитному потоку. Поэтому регулирование скорости вращения якоря двигателя, следовательно, и скорости движения вагона осуществляется двумя способами:

- изменением величины напряжения на зажимах двигателя;
- изменением величины магнитного потока главных полюсов.

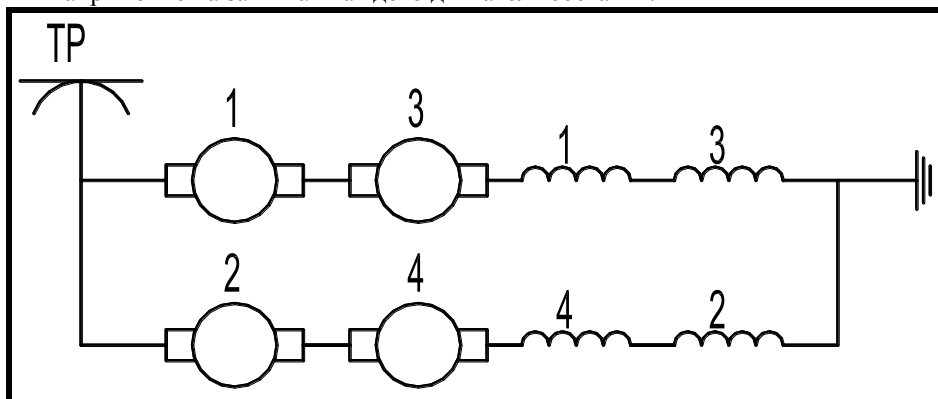
Регулирование скорости вращения якорей двигателей изменением величины напряжения происходит в результате выведения из цепи двигателей кулачковыми элементами РК секций пусковых резисторов, уменьшая величину их сопротивления до нуля и переключением групп двигателей с последовательного соединения на параллельное.

Обычно тяговые двигатели выполняются не на полное напряжение контактной сети, а рассчитываются на работу при последовательном соединении двух двигателей. Поэтому, при последовательном соединении четырех двигателей величина номинального напряжения на зажимах каждого двигателя при ходовом режиме будет равна:



$$U_{\text{дв}} = \frac{1}{4} \cdot U_{\text{к.с.}} = \frac{1}{4} \cdot 750 = 187,5 \text{ В}$$

При параллельном соединении двух групп двигателей каждая группа из двух ТЭД подключается к контактной сети и напряжение на зажимах каждого двигателя составит:



$$U_{\text{дв}} = \frac{1}{2} U_{\text{к.с.}} = \frac{1}{2} \cdot 750 = 375 \text{ В}$$

Регулирование скорости изменением величины магнитного потока двигателя. Изменение (ослабление) величины магнитного потока главных полюсов тягового двигателя осуществляется подключением параллельно этим обмоткам индуктивного шунта и резистора ослабления поля. Ток от якоря тягового двигателя распределяется по двум параллельным цепям. Часть тока идет по обмоткам возбуждения, а часть тока по шунтирующей цепочке. Тем самым уменьшается величина магнитного потока главных полюсов.

При вращении РК его кулачковыми элементами шунтируются секции резистора ослабления поля, в результате уменьшается сопротивление шунтирующей цепочки, по ней проходит большая часть тока по обмоткам возбуждения меньшая и магнитное поле двигателей ослабляется более глубоко.

Процесс изменения величины тока в обмотках возбуждения изображен на рис.119.

На вагонах моделей 81-717.5М, 81-714.5М двигатели имеют четыре ступени ослабления поля: 70%, 50%, 37% и 28%. Это означает, что если взять за 100% ток, проходящий по обмоткам якоря, то соответственно 70%, 50%, 37% и 28% этого тока будут проходить по обмоткам возбуждения, а остальная часть тока по шунтирующей цепочке. (Направление тока в режиме ослабления поля указано на рис.119 стрелками).

При переходе с полного поля на ослабленное должно произойти уменьшение магнитного потока в соответствии с установленной на характеристике двигателя степенью ослабления поля. На самом деле, из-за наличия вихревых токов в машине, при увеличении тока якоря магнитный поток остается практически неизменным. Увеличение тока якоря, в момент перехода, происходит лишь вследствие уменьшения сопротивления шунтирующей обмотку возбуждения. Заданная степень ослабления поля (например 70%), т.е. уменьшение магнитного потока главных полюсов, происходит после снижения тока якоря до величины, при которой произошло переключение ступени ослабления поля.

То же самое происходит при переходе на последующие ступени ослабления поля. Такое регулирование обеспечивает поддержание высокой мощности пуска вплоть до выхода на характеристику предельного ослабления поля 28%. Поэтому, результатом ступенчатого ослабления поля тяговых двигателей является увеличение тока якоря при сохранении в момент перехода с позиции на позицию магнитного потока, и, следовательно, увеличение вращающего момента якоря и мощности двигателя. В результате скорость движения увеличивается.

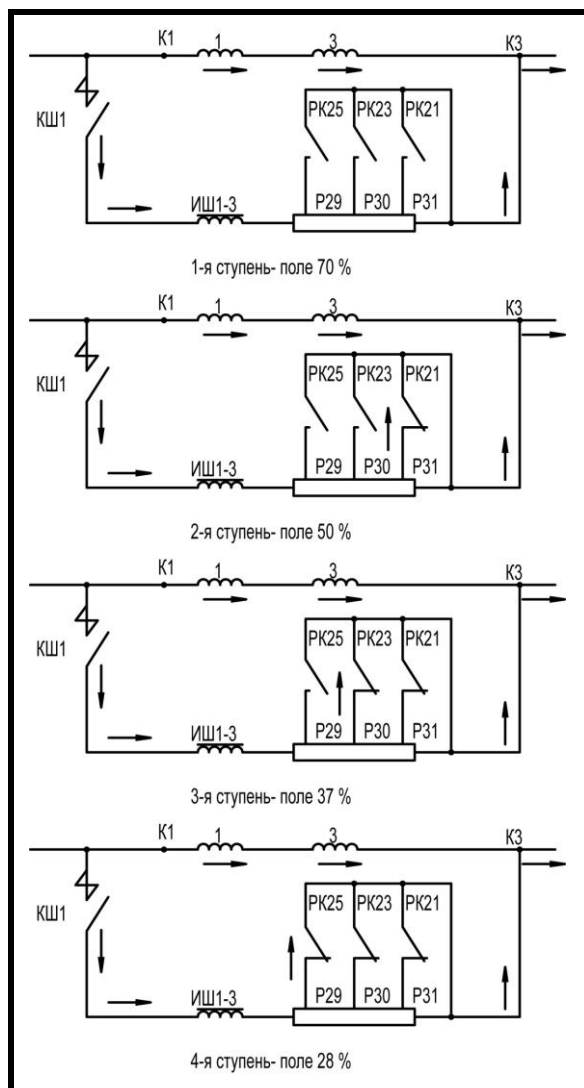


Рис.119 Варианты электрических схем ослабления поля обмотки возбуждения 1 и 3 ТЭД.

6.4 Переключение групп двигателей с последовательного соединения на параллельное

Наиболее простым способом перехода групп двигателей с последовательного соединения на параллельное является переход по схеме моста. Как видно из схемы (рис.120.а), четыре тяговых двигателя включены последовательно. Применяется два соединения двигателей: последовательное всех четырех и параллельное- две ветви по два двигателя в каждой. Пусковые цепи состоят из двух групп резисторов Р3-Р13 и Р23-Р17, контакторов РК, переключающих секции резисторов, линейных контакторов ЛК1-ЛК5, переходных контакторов ПП2, ПП3.

Пуск и разгон поезда производится автоматически выведением контакторами РК секций пусковых резисторов под контролем реле ускорения и торможения (РУТ), силовые катушки которого включены в силовую цепь двигателей.

На схеме рис.122 показана цепь тока на первой позиции РК, все двигатели соединены последовательно с полностью введенными пусковыми резисторами. На последующих реостатных позициях поочередным включением контакторов РК, закорачиваются секции пусковых резисторов. Цепь тока в случае полностью выведенных реостатов показана на рис.120,а.

При дальнейшей работе схемы происходит переход двигателей по схеме «моста». Начинает работать переключатель положений ППС, который переключит группы двигателей с последовательного (ПС) соединения на параллельное (ПП). В момент перехода из ПС в ПП сначала одновременно замыкаются контакторы ПП2, ПП3.

Включением контакторов ПП2 и ПП3 параллельно группам двигателей подключаются резисторы Р17-Р23 и Р9-Р3, благодаря чему образуется «мост», два плеча которого составляют две группы двигателей, а два других плеча образуют последовательно соединенные между собой две группы пусковых резисторов. Группы двигателей с резисторами Р17-Р23 и Р9-Р3 составляют параллельную ветвь, средние точки этих резисторов соединены контактором ЛК2. По этой цепи протекает ток, определяемый как ток перехода.

$$I_{пер} = \frac{750}{(P17 - P23) + (P9 - P3) + 4r_{дв}} = 375 A$$

При повороте вала переключателя положений до позиции ПП контактор ЛК2 должен размыкаться, одновременно отключая ток ($I_{пер} - I_{сеп}$). Образуются две параллельные группы двигателей с введенными пусковыми резисторами. (рис.120 в)

При последующем наборе позиций контакторами РК производится закорачивание секций пусковых резисторов в обеих группах двигателей до выхода на автоматическую характеристику двигателей.

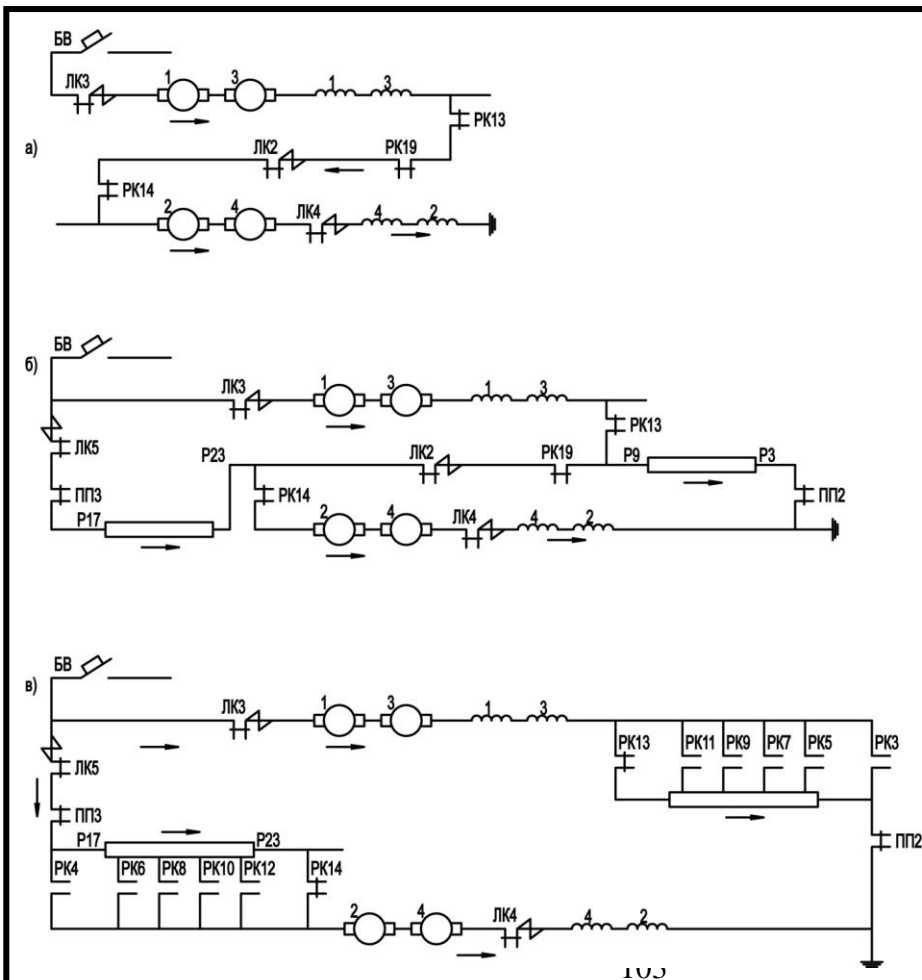


Рис.120 Упрощенная схема перехода групп двигателей с последовательного на параллельное соединение

6.5 Изменение направления вращения двигателей

Чтобы изменить направление движения вагона, необходимо изменить направление тока в обмотках главных полюсов или в обмотках якорей тяговых двигателей. При этом изменится взаимодействие между током, протекающим по проводникам обмотки якоря и магнитным потоком главных полюсов, в результате якорь двигателя будет вращаться в другую сторону, т.е. изменится направление движения вагона. На вагонах 81-717.5М, 81-714.5М изменяется направление тока в обмотках возбуждения тяговых двигателей. Изменение направления вращения якоря двигателя называется реверсированием.

Необходимо отметить, что реверсирование обмотки возбуждения является более предпочтительным, так как создает предельный режим для контакторов КЭ-47 реверсора и на вагонах типов А, Б, Г, Д всегда использовалось реверсирование обмотки возбуждения. На вагонах типа Е, Еж, где была смонтирована подмагничивающая обмотка, которая всегда должна действовать с основной обмоткой, ввели реверсирование обмотки якоря. На последующих вагонах Еж3, Ем508Т, 81-717(714) подмагничивающей обмотки в двигателях не стало, но реверсирование обмотки якоря осталось. В результате временами стали появляться негативные стороны реверсирования обмотки якоря. При торможении вагонов моделей Еж3, Ем508Т, 81-717(714) для работы с устройствами АРС в условиях установленных длин рельсовых цепей, тормозную мощность двигателей стали форсировать путем увеличения напряжения на одном двигателе до 500-600В на вагонах Еж3 и Ем508Т, и 500-750В на вагонах 81-717(714).

При последовательном соединении двух двигателей, в каждой цепи тормозного контура, напряжение между контактами реверсора может достигать 1200В на вагонах Еж3 и Ем508Т, и 1500В на вагонах 81-717(714). Так как раcтвор контактов контактора КЭ-47, устанавливаемого в реверсоре, был выбран исходя из расчетного напряжения 750В, в ряде случаев между контактами может происходить перекрытие дуги, а следовательно и ударное воздействие, которое приводит к разным последствиям, включая изгиб кронштейнов подвески редуктора.

На вагонах метро 81-717.5М, 81-714.5М вновь восстановили традиционную систему реверсирования обмотки возбуждения.

6.6 Электрическое реостатное торможение

При реостатном торможении двигателя работают как генераторы с последовательным возбуждением и включаются на тормозные резисторы. В резисторах, полученная во время торможения электрическая энергия, превращается в тепловую энергию.

В начальный момент торможения двигатель начинает работать как генератор за счет остаточного магнитного потока, поэтому при переходе в генераторный режим изменяется направление тока в проводниках обмотки якоря по сравнению с направлением тока якоря в тяговом режиме (ЭДС сохранит свое направление). Этот ток создает электромагнитный момент, который будет направлен против направления вращения якоря, и будет являться тормозным моментом, стремящимся замедлить вращение якоря. Направление тока в обмотках возбуждения не меняется.

Параллельно включенные генераторы с последовательным возбуждением не дают устойчивого режима работы, поэтому при электрическом торможении применяют схему с перекрещиванием обмоток возбуждения, что дает устойчивую работу машин. На вагонах метро электрическая схема торможения с перекрещиванием обмоток представляет собой «циклическую» схему.

По этой схеме ток якорей первой группы генераторов протекает последовательно через обмотки возбуждения второй группы генераторов, а ток якорей второй группы генераторов протекает последовательно через обмотки возбуждения первой группы генераторов.

Если по каким-либо причинам возрастает напряжение на первой группе якорей, то эти якоря в первый момент создают в цепи больший ток, но поскольку путь тока лежит через обмотки возбуждения второй группы генераторов, то увеличение протекающего тока повлечет за собой увеличение напряжения на якорях второй группы генераторов. Таким образом, получится автоматическое выравнивание напряжений на зажимах групп генераторов.

Упрощенная схема включения групп двигателей при реостатном торможении показана на рис.121.

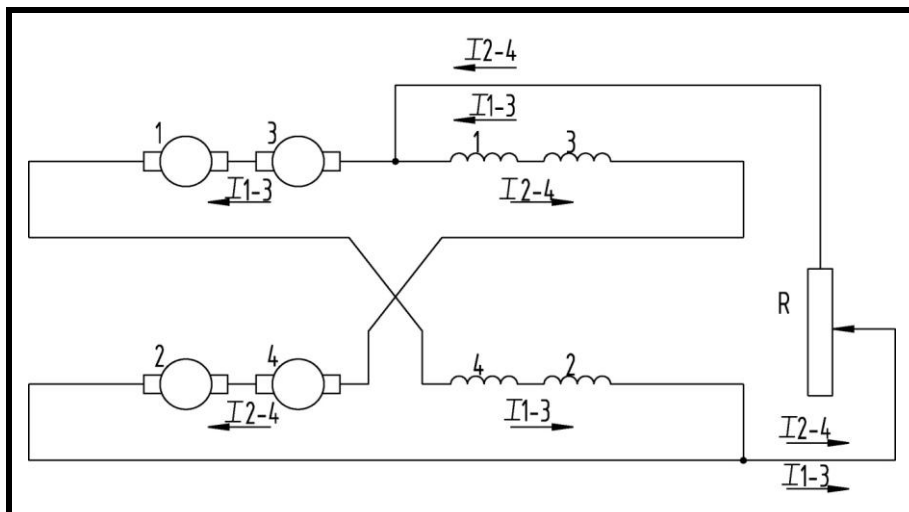


Рис.121 Упрощенная схема соединения групп двигателей при реостатном торможении

Однако, «циклическая» схема торможения при необходимости выравнивания режимов работы двигателей вагона дает это корректно в зоне $\pm 4\%$, установленным условием работы и разбросом характеристик двигателей.

Время показало, что в указанной зоне схема работает надежно. Утяжеление нагрузочных режимов вагонов, с оборудованием вагонов АРС, эксплуатация вагонов на линиях, имеющих открытые участки, показали и негативные стороны «циклической» схемы торможения.

Если в процессе электрического торможения по разным причинам (нарушение сцепления колесных пар, заклинивание двигателя, редуктора) произойдет падение ЭДС на одном из двигателей, то баланс в генераторном контуре $750+750=750+750$ будет нарушен и в генераторном контуре возникнет ток большой величины до 1875А, определяемый как:

$$I = \frac{(750 + 750) - 750}{4r_{де}} = 1875A$$

Этот ток мгновенно протекает по генераторному контуру, не может уравновесить обе группы двигателей и ввести их в одинаковый режим работы, травмируя двигатели и аппараты. При этом защита часто не срабатывает.

Такие случаи бывают достаточно регулярно, и обеспечивать их профилактику трудно. На вагонах метро 81-717.5М, 81-714.5М в каждое плечо цепи тормозного контура установили диоды, и указанное явление исчезло.

6.7 Построение силовой схемы ходового режима

6.7.1 Маневровое соединение групп двигателей

Перед сбором схемы необходимо: включить аккумуляторную батарею, включить ГВ, подать на вагон высокое напряжение, проверить давление воздуха в напорной и тормозной магистралях, отсутствие воздуха в тормозных цилиндрах (при стационарной проверке вагона ГВ должно быть отключено), а также проверить работу тормозов.

Установить реверсивный вал КВ в положение «Вперед» и реверсор повернется в заданное направление движения. Затем главную рукоятку КВ перевести в положение «Ход-1». Произойдет сбор схемы ходового режима в следующей последовательности (силовая схема представлена на рис.122):

-включается контактор ЛК-2, соединяя группы двигателей в последовательную цепь;

-включаются контакторы КШ-1 и КШ-2, подготавливая ослабление магнитного поля двигателей до 28%, подключая параллельно обмоткам возбуждения двигателей индуктивный шунт и резистор ослабления поля;

-после включения контакторов КШ-1 и КШ-2 получает питание катушка ПМ и аппарат ПМТ переключает группы двигателей из тормозного положения на моторное; замыкаются контакторы ПМ-1, ПМ-2, ПМ-3;

-после перехода переключателя ПМТ в положение ПМ включаются контакторы ЛК-1, ЛК-5, подключая двигатели к токоприемникам и контакторы ЛК-3, ЛК-4, замыкая цепи первой и второй групп двигателей;

-переключатель ППС находится в положении ПС;

-реостатный контроллер – на первой позиции, замкнуты его кулачковые элементы РК3, РК4, РК21-РК26.

На этом сбор схемы заканчивается. Двигатели соединены последовательно с полностью введенными пусковыми резисторами величиной 4,176 Ом.

Для контроля над сбором схемы необходимо пользоваться таблицей замыкания силовых контактов переключателей положений и индивидуальных контакторов, изображенной в табл.20.

Цепь тока на первой позиции РК: ТР, КС1, П, ГВ, ВА, ЛК1, РП1-3, ДР1, ДР2, ЛК3, Я1, Я3, точка Я3 две параллельные цепи:

1).ВП, обмотки возбуждения первого и третьего двигателей, ВП, точка Л6;

2).КШ1, ИШ1-3, резистор Р28-Р29, РК25, точка Л6.

Далее- РУТ, диод, ПМ3, РК3, резистор Р3-Р13, ЛК2, резистор Р23-Р17, РК4, РП2-4, Я2, шунт амперметра, Я4, ДР2, ДР1, ЛК4, ПМ1, РУТ, точка Л16 две параллельные цепи:

1).ВП, обмотки возбуждения четвертого и второго двигателей, ВП, точка Л18;

2).КШ2, ИШ2-4, РК26, резистор Р35, точка Л18.

Далее – диод, ПМ2, КС2, ЗУМ, «земля».

Таблица номинальных значений пуско-тормозных резисторов по позициям РК

Таблица 19

Моторный режим						Тормозной режим				
№ п.п .	Поз ПП	Поз. РК	Соед.	Сопротив. Ом	Поле %	Поз. ПТ	Поз. РК	Соед.	Сопротив. Ом	Поле %
1	ПС	1	Последовательно	4,176	28	ПТ	1	Последовательно-параллельно	2,083	48/100
2	ПС	2		4,176	100	ПТ	2		2,083	100
3	ПС	3		3,048	100	ПТ	3		1,799	100
4	ПС	4		2,31	100	ПТ	4		1,561	100
5	ПС	5		1,818	100	ПТ	5		1,37	100
6	ПС	6		1,669	100	ПТ	6		1,305	100
7	ПС	7		1,52	100	ПТ	7		1,238	100
8	ПС	8		1,131	100	ПТ	8		1,147	100
9	ПС	9		1,142	100	ПТ	9		1,049	100
10	ПС	10		0,896	100	ПТ	10		0,911	100
11	ПС	11		0,65	100	ПТ	11		0,759	100
12	ПС	12		0,451	100	ПТ	12		0,625	100
13	ПС	13		0,252	100	ПТ	13		0,478	100
14	ПС	14		0,126	100	ПТ	14		0,378	100
15	ПС	15		0	100	ПТ	15		0,273	100
16	ПС	16		0	100	ПТ	16		0,273	100
17	ПП	17		0	100	ПТ	17		0,273	100
18	ПП	18		0	100	ПТ	18		0,273	100
19	ПП	18	Последовательно-параллельно	0,909/0,909	100					
20	ПП	17		0,909/0,909	100					
21	ПП	16		0,909/0,909	100					
22	ПП	15		0,909/0,789	100					
23	ПП	14		0,783/0,789	100					
24	ПП	13		0,584/0,789	100					
25	ПП	12		0,584/0,584	100					
26	ПП	11		0,584/0,338	100					
27	ПП	10		0,338/0,338	100					
28	ПП	9		0,149/0,338	100					
29	ПП	8		0,149/0,149	100					
30	ПП	7		0,149/0	100					
31	ПП	6		0/0	100					
32	ПП	5		0/0	70					
33	ПП	4		0/0	50					
34	ПП	3		0/0	37					
35	ПП	2		0/0	28					
36	ПП	1		0/0	28					

В начале пуска величина тока в силовой цепи при напряжении 750 В составит 168 А. Благодаря маленькому пусковому току, глубокому ослаблению поля до 28% и силе тяги в 110 КГС на один двигатель вагон плавно трогается с места.

Во избежание перегрева пусковых резисторов не рекомендуется следовать на маневровом соединении более 5 мин.

По мере набора скорости увеличивается противо-ЭДС, наводимая в обмотках якорей, что приводит к уменьшению тока в силовой цепи и тягового усилия.

6.7.2 Последовательно-параллельное соединение групп двигателей

Соответствует положению главной рукоятки КВ- «Ход-2». Начинает вращаться реостатный контроллер РК с 1-ой по 18-ую позиции, а после переключения групп двигателей на параллельное соединение реостатный контроллер вращается в обратном направлении с 18-ой (19) по 5-ую (32) позиции (см. рис.124).

В дальнейшем все изменения в схеме происходят при вращении РК.

При переходе РК на 2-ую позицию отключаются контакторы КШ1, КШ2 и магнитное поле двигателей усиливается до 100%. Сила тяги на каждом двигателе возрастает в 4 раза, а ускорение увеличивается с 0,3 м/с² до 1,2 м/с² с темпом изменения 0,6 м/с³. Начиная с 3-й по 14-ю позиции, происходит вывод пусковых резисторов из цепи двигателей. При вращении РК его кулачковые элементы замыкаются и размыкаются согласно таблице, изображенной на рис.123, в прямой последовательности.

	РК3	РК4	РК5	РК6	РК7	РК8	РК9	РК10	РК11	РК12	РК13	РК14	РК17	РК18	РК19	РК21	РК22	РК23	РК24	РК25	РК26
1	●	●														●	●	●	●	●	●
2	●	●														●	●	●	●	●	●
3	●	●											●			●	●	●	●		
4	●	●											●	●		●	●				
5	●	●											●	●	●						
6	●	●	●											●	●						
7		●	●	●										●	●						
8			●	●	●									●	●						
9			●		●	●								●	●						
10				●	●	●								●	●						
11					●	●	●							●	●						
12						●	●	●						●	●						
13							●	●	●					●	●						
14								●	●	●				●	●						
15									●	●	●			●	●						
16										●	●			●	●						
17											●	●		●	●						
18												●	●	●	●						

Рис.123 Таблица замыкания кулачковых элементов РК по позициям

Кулачковые шайбы вала РК включают силовые контакторы, которые закорачивают отдельные секции пускового резистора. Вследствие уменьшения сопротивления цепи происходит увеличение тока от I_{min} до I_{max} , а затем плавное его уменьшение за счет возрастания противо-ЭДС.

Пусковой ток определится по формуле:

$$I = \frac{U - E}{R + 4r}$$

из которой видно, что при уменьшении сопротивления пускового резистора R ток возрастает, а с увеличением противо-ЭДС E – ток уменьшается.

С 15-ой по 18-ую позиции все сопротивления выведены, и тяговые двигатели начинают работать на безреостатной характеристике при 100 % поле. На 17-й (18-ой) позиции РК останавливается.

Цепь тока на 17-ой-18-ой позиции РК (рис.125)

ТР, КС1, П, ГВ, ВА, ЛК1, РП1-3, ДР1, ДР2, ЛК3, Я1, Я3, ВП, обмотки возбуждения 1-го и 3-го двигателей, ВП, РУТ, диод, ПМ3, РК13, РК19, ЛК2, РК14, РП2-4, Я2, шунт амперметра, Я4, ДР2, ДР1, ЛК4, ПМ1, РУТ, ВП, обмотки возбуждения 4-го и 2-го двигателей, ВП, диод, ПМ2, КС2, ЗУМ, «земля».

В положении главной рукоятки КВ «Ход-2» при порожнем вагоне РК вращается хронометрически без задержки на позициях, так как ток в силовой цепи не достигает величины большей уставки РУТ. Только в случае пуска при максимальной нагрузке на предельном подъеме вращение РК будет контролировать РУТ. Уставка РУТ возрастет с 310-340 А до 425 А.

Скорость выхода груженого вагона на автоматическую характеристику полного поля ТЭД (16-18-я позиции РК) составляет 8,5 км/ч.

На 16-ой позиции РК получает питание катушка ПП переключателя ППС и аппарат переключает группы двигателей с последовательного соединения на параллельное по «мостовой» схеме. В момент перехода сначала замыкаются силовые контакторы ПП2 и ПП3, а затем размыкается контактор ЛК2 (при переходе переключателя ППС из положения ПС в ПП, РК дойдет до 17-ой (18) позиции и остановится).

В результате образуются две параллельные группы двигателей и в каждую группу двигателей для ограничения тока после перехода аппарата ППС из ПС в ПП, вводится резистор. В первую группу двигателей резистор Р9-Р3 величиной 0,909 Ом, а во вторую группу двигателей резистор Р17-Р23 величиной 0,909 Ом.

Таким образом, 17-я(18) позиция РК без его вращения стала 20-ой(19). Цепь тока на 20-ой (19) позиции РК (см. рис. 126):

ТР, КС1, П, ГВ, ВА, две параллельные цепи:

1) ЛК1, РП1-3, ДР1, ДР2, ЛК3, Я1, Я3, ВП, обмотки возбуждения 1-го и 3-го двигателей, ВП, РУТ, диод, ПМ3, РК13, резистор Р9-Р3, ПП2, КС2, ЗУМ, «земля».

2) ЛК5, ПП3, резистор Р17-Р23, РК14, РП2-4, Я2, шунт амперметра, Я4, ДР2, ДР1, ЛК4, ПМ1, РУТ, ВП, обмотки возбуждения 4-го и 2-го двигателей, диод, ПМ2, КС2, ЗУМ, «земля».

После переключения переключателя ППС в положение ПП реостатный контроллер начинает вращаться в обратном направлении с 17 (20) позиции по 5 (32) позицию, что приводит к замыканию его кулачковых элементов в обратной последовательности. На 17 (20) и 16 (21) позициях вывод резисторов не происходит и сопротивление в цепи групп двигателей не изменяется. Эти позиции выполнены для смягчения броска тока при переходе из ПС в ПП. Начиная с 15 (22) позиции по 7 (30) позиции происходит вывод пусковых резисторов из цепи двигателей под контролем РУТ. Выведение секций резисторов из цепей групп двигателей происходит поочередно, что способствует смягчению толчков тягового усилия при переходе с позиции на позицию.

На 5 (32) позиции РК останавливается. Все резисторы выведены. Эта позиция является автоматической характеристикой при последовательно – параллельном соединении групп двигателей и 100% поле. Этой позицией целесообразно пользоваться при движении на затяжных подъемах (см. рис.127).

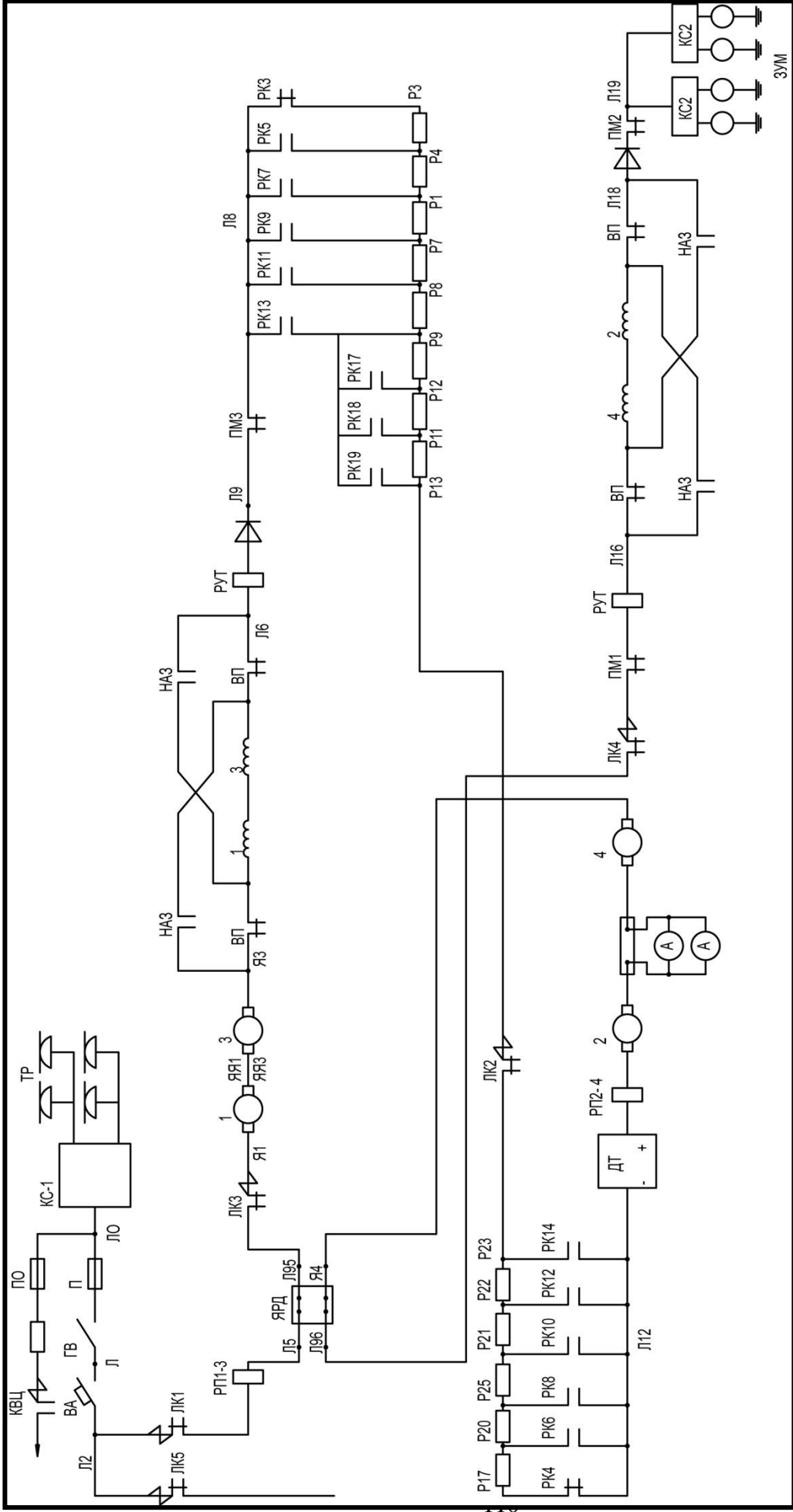


Рис. 124 Силовая схема электрических цепей при последовательном соединении групп двигателей. Режим Ход-2, 2-я позиция РК

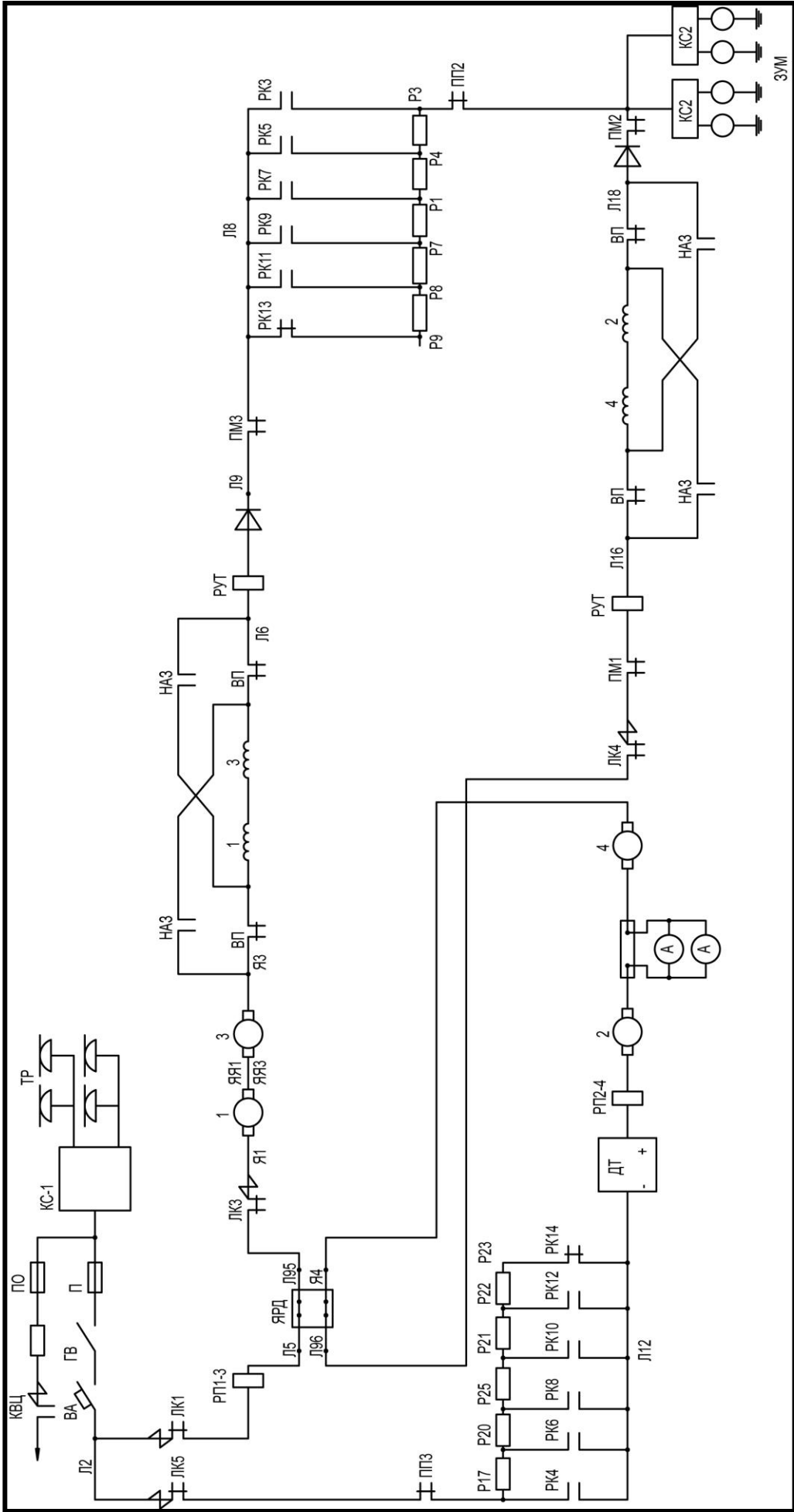


Рис.126 Силовая схема электрических цепей при параллельном соединении групп двигателей. Режим Ход-2, 17-18-я позиции РК

Цепь тока на 5 (32) позиции :

ТР, КС1, П, ГВ, ВА, две параллельные цепи:

ЛК1, РП1-3, ДР1, ДР2, ЛК3, Я1, Я3, ВП, обмотки возбуждения 1-го и 3-го двигателей, ВП, РУТ, диод, ПМ3, РК3, ПП2, КС2, ЗУМ, «земля».

ЛК5, ПП3, РК4, РП2-4, Я2, шунт амперметра, Я4, ДР2, ДР1, ЛК4, ПМ1, РУТ, ВП, обмотки возбуждения ;4-го и 2-го двигателей, ВП, диод, ПМ2, КС2, ЗУМ, «земля».

6.7.3 Последовательно – параллельное соединение групп двигателей с ослаблением поля

Соответствует положению главной рукоятки КВ «Ход-3».

Вначале включаются контакторы КШ1 и КШ2, подключая параллельно обмоткам возбуждения каждой группы двигателей индуктивный шунт и резистор ослабления поля. Магнитное поле двигателей ослабляется до 70%. Затем РК продолжит вращение с 5(32) позиции по 1(36) позицию. До 2(35) позиции, за счет выведения кулачковыми элементами РК секций резистора ослабления поля, уменьшая сопротивление шунтирующей цепочки, происходит ступенчатое ослабление магнитного поля двигателей с 70% до 50%, 37% и 28%. На 1 (36) позиции РК останавливается, магнитное поле двигателей 28%.

Эта позиция является автоматической характеристикой при последовательно – параллельном соединении групп двигателей и ослабленном поле 28%.(см. рис.128).

Цепь тока на 1(36) позиции РК:

ТР, КС1, П, ГВ, ВА, две параллельные цепи:

1) ЛК1, РП1-3, ДР1, ДР2, ЛК3, Я1, Я3, точка Я3 две параллельные цепи: первая- ВП, обмотки возбуждения 1-го и 3-го двигателей, ВП, точка Л6; вторая- КШ1, ИШ1-3, резистор Р28-Р29, РК25, точка Л6. Далее – РУТ, диод, ПМ3, РК3, ПП2, КС2, ЗУМ, «земля».

2) ЛК5, ПП3, РК4, РП2-4, Я2, шунт амперметра, Я4, ДР2, ДР1, ЛК4, ПМ1, РУТ, точка Л16 две параллельные цепи: первая- ВП, обмотки возбуждения 4-го и 2-го двигателей, ВП, точка Л18; вторая- КШ2, ИШ2-4, РК26, резистор Р35, точка Л18. Далее – диод, ПМ2, КС2, ЗУМ, «земля».

6.7.4 Разбор схемы ходового режима

При переводе главной рукоятки КВ с ходовых позиций ослабления поля на нулевое положение отключение двигателей происходит после отключения контакторов КШ1 и КШ2, что способствует смягчению броска тока при сбросе схемы с ходовых позиций, затем с выдержкой 0,6 с. отключаются линейные контакторы: ЛК1, ЛК3, ЛК4, ЛК5. После чего аппарат ПМТ переключается в положение ПТ, аппарат ППС- в положение ПС, РК на первой позиции.

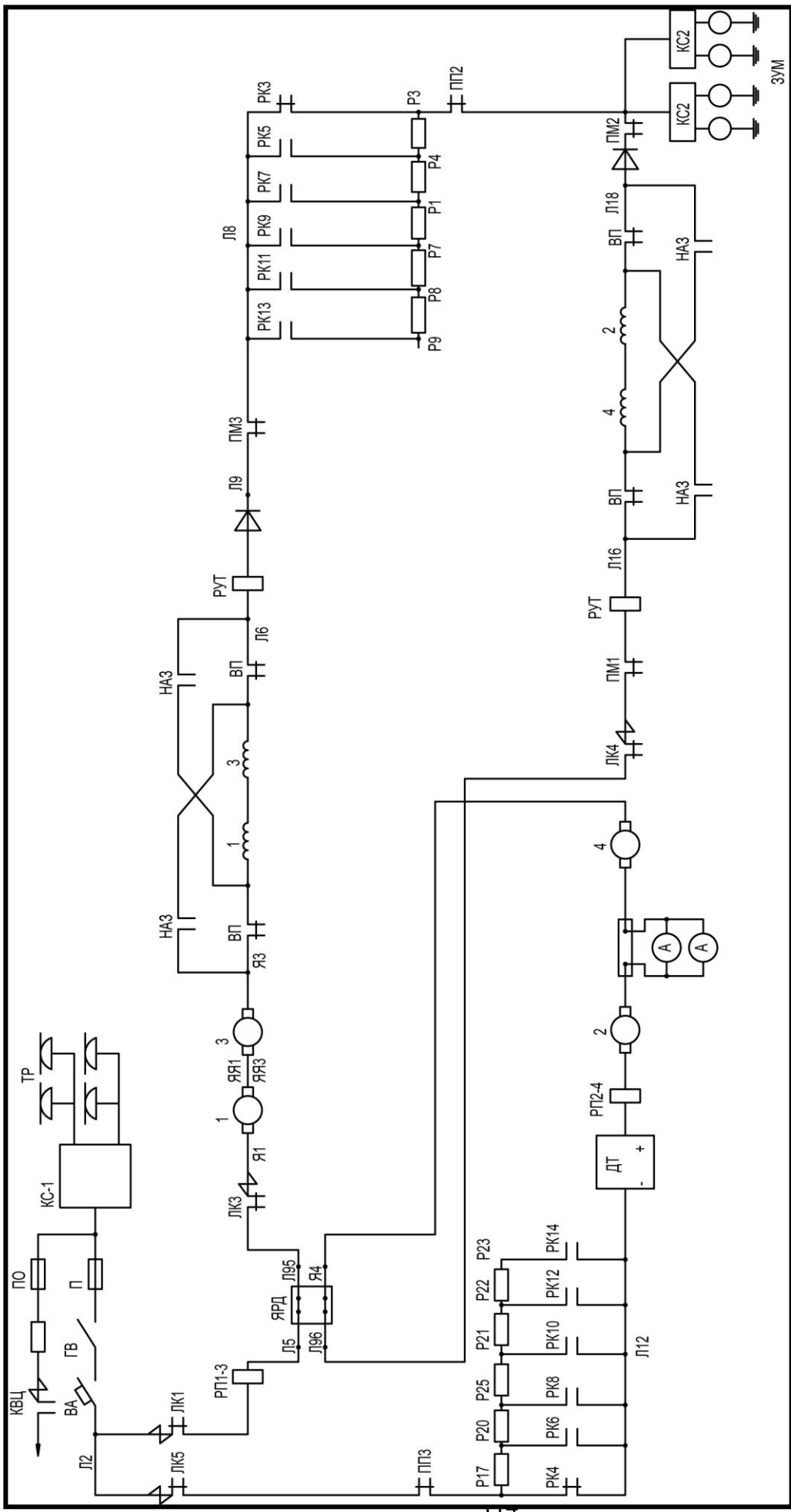


Рис.127 Силовая схема электрических цепей при параллельном соединении групп двигателей. Режим Ход-2, 32-я позиция РК

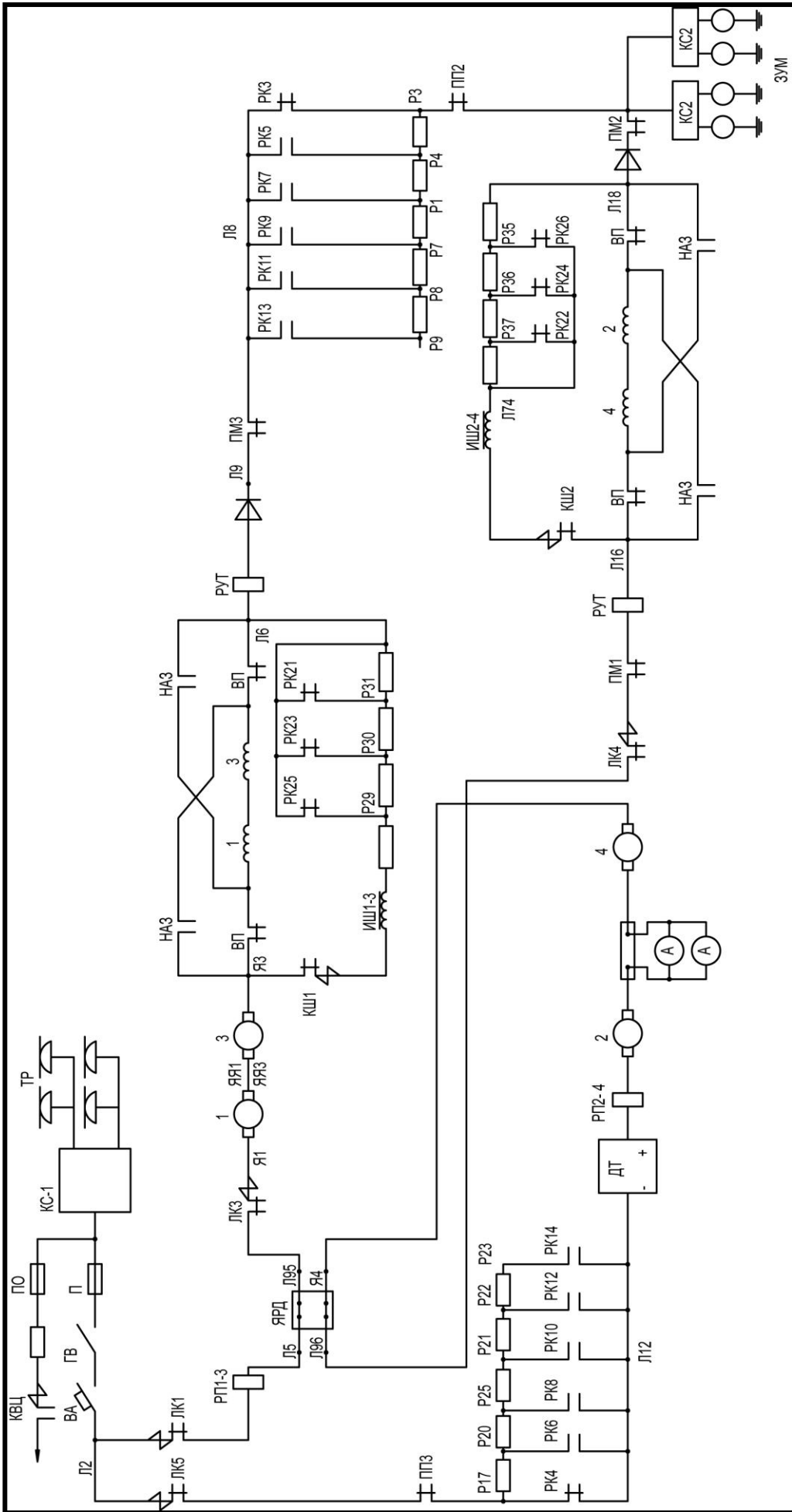


Рис. 128 Силовая схема электрических цепей при параллельном соединении групп двигателей. Режим Ход-3, 3б-я позиция РК

6.8 Построение силовой схемы тормозного режима

При сборе схемы на тормоз, в зависимости от скорости начала торможения, схема предусматривает два вида торможения:

торможение на первой позиции РК (бесступенчатое регулирование тока возбуждения двух групп генераторов) и реостатное торможение. Эти виды торможения реализуются машинистом постановкой главной рукоятки КВ в положения: Т1- подтормаживание, Т1А- ручное торможение, Т2- автоматическое торможение.

При переводе главной рукоятки КВ в положение Тормоз-1 произойдет сбор схемы тормозного режима в следующей последовательности (силовая схема тормозного режима изображена на рис. 129) :

- включается контактор ЛК2, соединяя в последовательную цепь тормозные резисторы;
- включаются контакторы КСБ1 и КСБ2, подключая параллельно обмоткам возбуждения регулятор тока возбуждения тяговых двигателей типа ДРП300/300;
- после включения контакторов КСБ1 и КСБ2 включаются контакторы ЛК3 и ЛК4, замыкая цепи генераторов. ЛК1 и ЛК5 не включаются, отсоединяя группы двигателей от контактного рельса;
- переключатель ПМТ находится в положении ПТ, замкнуты его кулачковые элементы ПТ1, ПТ2, ПТ3, ПТ4, ПТ5;
- переключатель ППС находится в положении ПС, разомкнуты его кулачковые элементы ПП2, ПП3. Тем самым двигатели отсоединяются от «земли»;
- РК находится на 1-ой позиции, замкнуты его кулачковые элементы РК3, РК4, РК21-РК26.

На этом сбор схемы заканчивается. Образуются два контура- генераторный и тормозной. В генераторный контур входят две группы генераторов, которые соединены по перекрестной схеме (см. рис.129), в тормозной контур входят тормозные резисторы величиной 2,083 Ом, которые подключаются к генераторному контуру в двух точках Л12, ЯЗ.

Самовозбуждение генераторов происходит полным полем с одновременным подвозбуждением обмоток дополнительным током от ДРП. В момент нарастания тока якоря до заданного значения (170-180 А) начинается импульсная работа транзисторных модулей.

В режиме импульсного регулирования возбуждения генераторов предусмотрены следующие уставки тока якорей:

- положение КВ Тормоз-1- 180 ± 10 А,
- положение КВ Тормоз-1А, Тормоз-2
- а) порожний режим -260 ± 15 А,
- б) груженный режим -360 ± 15 А.

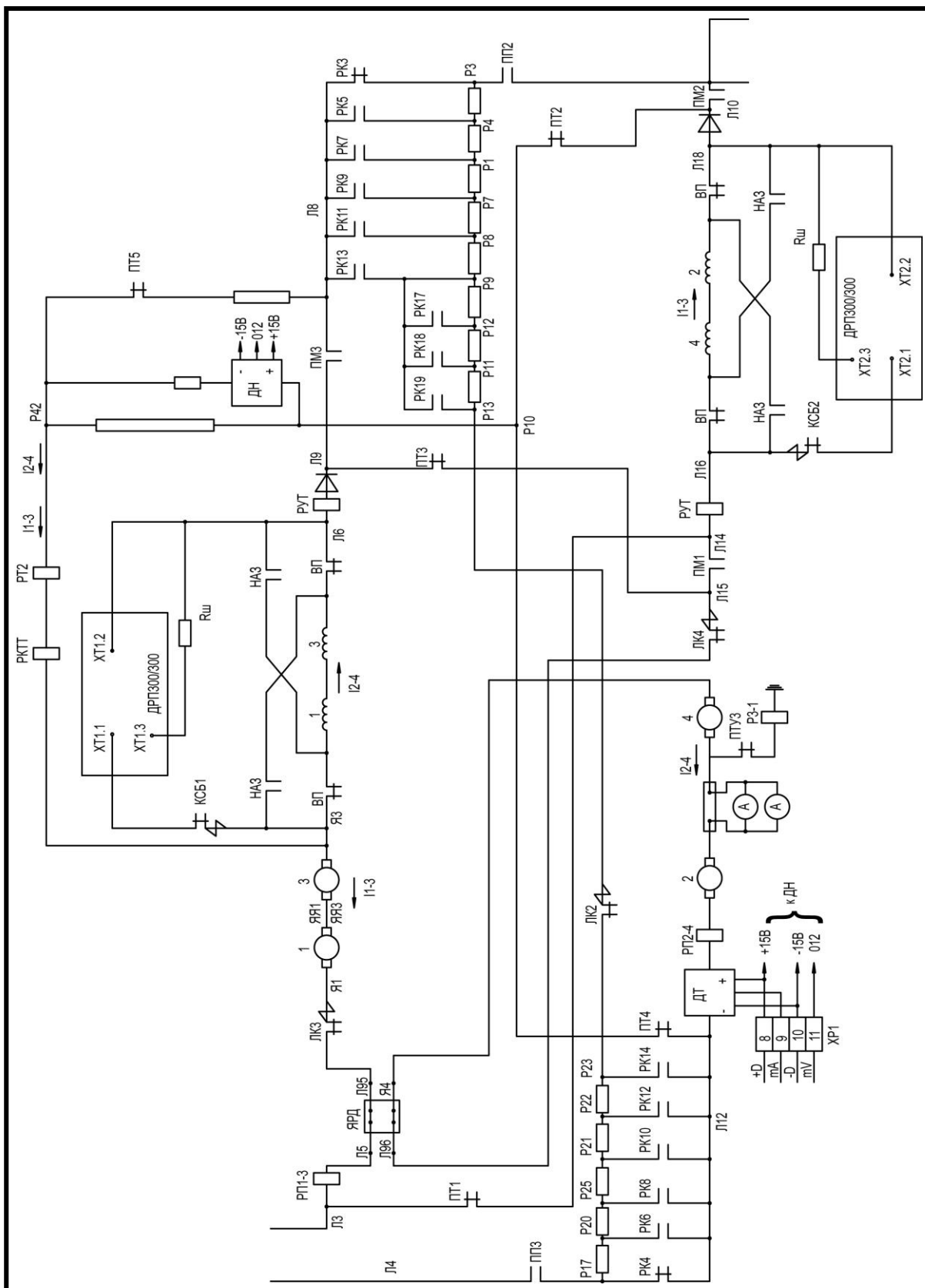


Рис. 129 Силовая схема электрических цепей при положении КВ Тормоз-1

Заданные уставки соответствуют средней величине тока якоря в диапазоне регулирования поля. Переход с низкой уставки на более высокую и наоборот осуществляется плавно.

По окончании процесса регулирования возбуждения генераторов, т.е. после выхода на характеристику полного поля, в случае если контроллер машиниста находится в положении Тормоз-1А или в положении Тормоз-2 сигнал от ДРП поступает на вращение РК. На второй позиции РК отключаются контакторы КСБ1, КСБ2, которые отключают регулятор тока возбуждения ТЭД- ДРП300/300. Реостатный контроллер продолжит вращение. Если главная рукоятка КВ находилась в положении Тормоз-1А, то РК переходит с 1-ой на 2-ю позицию и остановится, а если главная рукоятка КВ находилась в положении Тормоз-2, то РК будет вращаться автоматически с 1-й по 17-ю позиции, выводя ступени тормозного резистора под контролем РУТ в соответствии с таблицей замыкания контакторных элементов РК и тормозной диаграммой.

При торможении со скорости ниже 65 км/ч вращение вала РК происходит по команде от ДРП через 0,8 с, временем необходимым для самовозбуждения генераторов. На второй позиции РК отключаются контакторы КСБ1, КСБ2.

Электрическое торможение происходит до скорости 8 км/ч. Дотормаживание до полной остановки производится с помощью пневматического тормоза от вентиля замещения номер 1. Синхронизация включения вентилей номер 1 происходит через блокировку токового реле РТ2, что обеспечивает плавность дотормаживания.

В случае несбора схемы тормозного режима, отсутствии тормозного тока через блок-контакты реле РТ2, РВ1, РВ3 включается вентиль замещения ВЗ№2, обеспечивающий торможение поезда пневматическим тормозом.

Цепь тока на первой позиции РК

Генераторный контур: от точки ЯЗ две параллельные цепи:

1) ЯЗ, Я1, ЛК3, ДР2, ДР1, РП1-3, ПТ1, РУТ, точка Л16 два пути тока: первый- ВП, обмотки возбуждения 4-го и 2-го генераторов, ВП, точка Л18; второй- КСБ2, ДРП, точка Л18.

Далее – Диод, Л10, ПТ2, ПТ4. точка Л12.

2) Точка ЯЗ два пути тока: первый- ВП, обмотки возбуждения 1-го и 3-го генераторов, ВП, точка Л6; второй- КСБ1, ДРП, точка Л6.

Далее –РУТ, диод, ПТ3, ЛК4, ДР1, ДР2, Я4, шунт амперметра, Я2, РП2-4, ДТ, точка Л12.

Тормозной контур- от точки Л12 две параллельные цепи реостатов:

1) Л12, РК4, резистор Р17-Р23, ЛК2, резистор Р13-Р3, РК3, резистор Л8-Л13, ПТ5, точка Р42.

2) Л12, ПТ4, резистор Р10-Р42 параллельно датчик напряжения, точка Р42.

Далее РТ2, РКТТ. Точка ЯЗ.

Цепь тока на 17-18-й позиции РК

Генераторный контур аналогичен первой позиции РК, только отключен регулятор ДРП.

Тормозной контур- от точки Л12 две параллельные цепи резисторов:

1) Л12, РК14, ЛК2, РК19, РК13, резистор Л8-Л13, ПТ5, точка Р42;

2) Л12, ПТ4, резистор Р10-Р42 параллельно датчик напряжения, точка Р42;

Далее-РТ2, РКТТ, точка ЯЗ.

В цепи генераторов остается не выводимый резистор величиной 0,273 Ом, во избежание замыкания генераторов накоротко.

Силовая схема при торможении в зоне средних и малых скоростей представлена на рис.130.

6.8.1 Сброс схемы с тормозного режима

При переводе главной рукоятки КВ с любых тормозных позиций в нулевое положение отключается контактор ЛК2, затем с выдержкой 0,5-0,7с отключаются контакторы ЛК3 и ЛК4, отключающие нерегулируемую часть тормозных резисторов, что способствует плавному сбросу схемы с тормозного режима.

Аппарат ПМТ остается в положении ПТ, аппарат ППС- в положении ПС. РК возвращается на первую позицию.

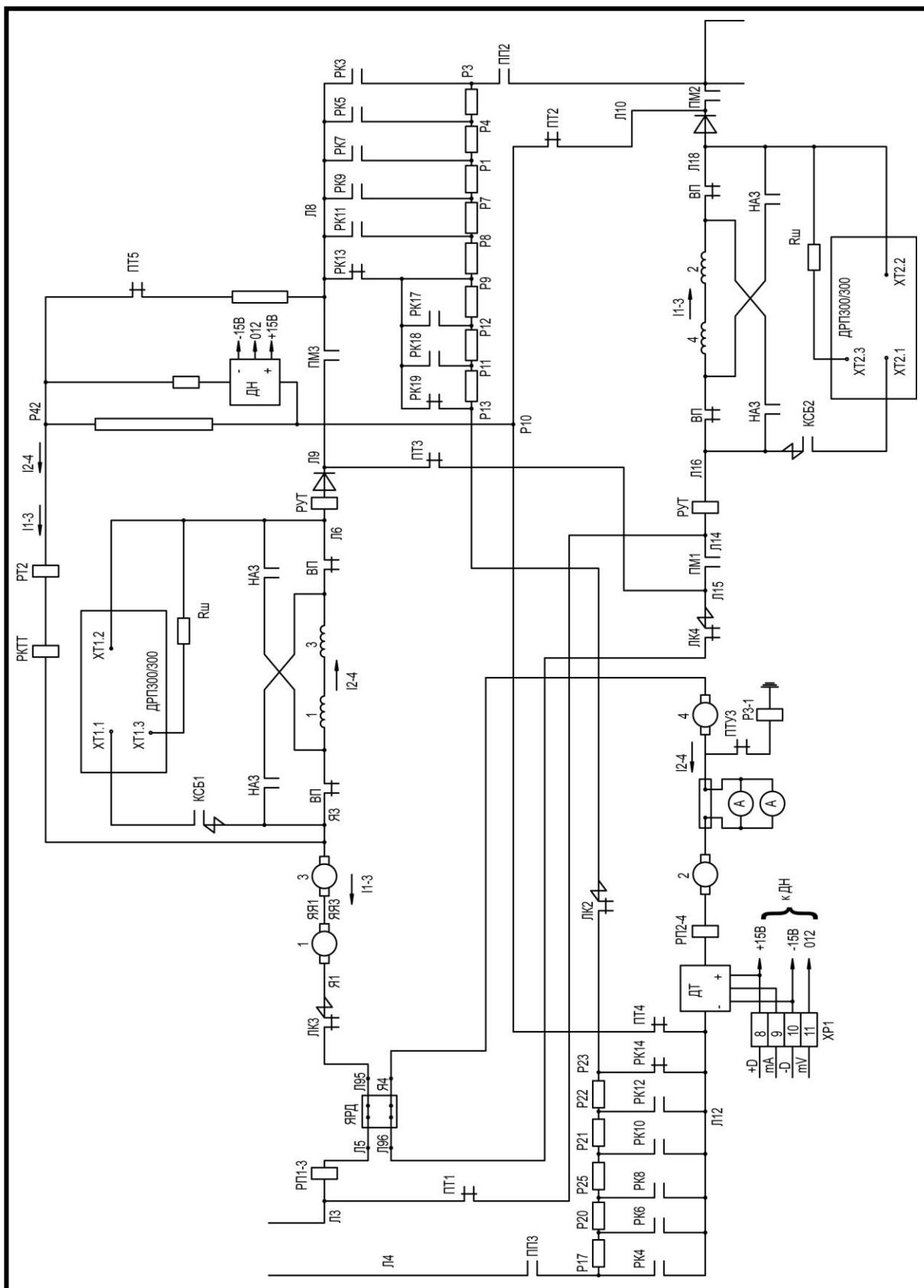


Рис.130 Силовая схема электрических цепей при положении КВ Тормоз-2. 17-18-я позиции РК

6.9 Защита силовой цепи

Защита силовой цепи в ходовом режиме от перегрузок и токов короткого замыкания осуществляется с помощью главного предохранителя (П) типа ПП-36, быстродействующего выключателя (ВА) типа ВБ-630, реле перегрузки РП1-3 и РП2-4, отключающих линейные контакторы.

Защита от круговых огней якорей тяговых двигателей, небаланса токов в группах двигателей в ходовом и тормозном режимах осуществляется с помощью дифференциального реле ДР1 и ДР2, воздействующих на отключение линейных контакторов.

От перебросов на «землю» в тормозном контуре защита осуществляется с помощью заземляющего реле РЗ-1, также отключающего линейные контакторы.

Быстродействующий выключатель ВБ-630 автоматически отключает силовую цепь, если токи аварийных режимов превышают его уставку. Дополнительно при этом отключаются линейные контакторы.

Включение быстродействующего выключателя производится подачей сигнала на 17-й (70-й) поездной провод, нажатием на импульсную кнопку «Возврат РП». Запрещается удерживать кнопку в нажатом состоянии в течение времени больше 2с после замыкания главных контактов. Оперативное отключение быстродействующих выключателей производится подачей сигнала по 71-му поездному проводу, нажатием на кнопку «Отключение БВ». В эксплуатации эта кнопка должна быть опломбирована и использоваться только в экстренных случаях, а также для проверки работы привода при ремонте.

Восстанавливать быстродействующий выключатель следует не ранее, чем через одну минуту после срабатывания. При повторном срабатывании ВА его не включать до установления причины срабатывания.

Перед выездом состава из депо включить ВБ нажатием на кнопку «Возврат РП».

Ток срабатывания РП1-3, РП2-4	-620-660А
Ток срабатывания РЗ-1	-0,6-0,8А
Ток срабатывания ВА	-800+40А
ДР срабатывают при разности токов в группах двигателей	-120+20А
Главный предохранитель рассчитан на длительный ток 500А.	

Глава 7 Чтение схемы управления

7.1 Назначение поездных проводов

1,21-Ход1	46,47-Экстренная связь
2,40-Ход2	48-Синхронизация ВЗ№1
2,41-Ход3	49-Ручное торможение
4,29-Назад	58-Вентиляция
5,30-Вперед	61-Сигнализация ДИП
6,43-Торможение	62-Экстренная связь
7-Звонок	64-Сигнализация стояночного тормоза
8-ВЗ№2	65-Отжатие ТР пол.поезда
9,10,51,52,63-+Батарей	68-Сигнализация ТР пол.поезда
11-	71-Отключение ВА
12-Резервное закрытие дверей	76,77-Управление стояночным тормозом
13,26-Радиофикация	78-Режим вспомогательного поезда
14-Резервное управление	79-Сигнализация РС
15,28-Дверная сигнализация	80-Сигнализация ОЧ
16-Закрывание дверей	81-Сигнализация 0
17,70-Возврат РП,ВА	82-Сигнализация 40
18-Сигнальные лампы РП	83-Сигнализация 60
19-Реле РВЗ	84-Сигнализация 70
20-Контактор ЛК2	85-Сигнализация 80
22-Управление МК	86-Сигнализация ЛКТ
23-Резервное управление МК	87-Питание АРС хвостового вагона
24-Сигнализация неиспр-ти	88-Переключ. Дешифратора
25-Ручное торможение	89-Заданное направление движения
27-Вкл. Осв. Салона	90-Связь питания ЭПК
31-Открытие левых дверей	91-Подтв. бдительности хвостового вагона
32-Открытие правых дверей	92-связь питания цепей управления
33-Пожарная сигнализация	93-Связь питания резерв. цепей управления
34-Сигнализация торможения	94,95-Линия связи
35-Заземление ТР	96-Плюс автом. пожаротушения
36,69-Управление ДИП	97-Информация автом. пожаротушения
37-Проверка секвенции	98-Общий автом. пожаротушения
38-Управление ДИП	99-Управление автом. пожаротушения.
39-ВЗ№2 от ПБ	
44-Синхронизация МК	

7.2 Управление СДРК

Работой СДРК управляют три реле: СР1, РВ1, реле РР.

Схема управления СДРК представлена на рис.131.

При включении реле СР1 замыкает контакт СР1 (10А-10С) и получает питание обмотка якоря СДРК по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, СР1, РРТ, РУТ, обмотка якоря СДРК, резистор, «земля».

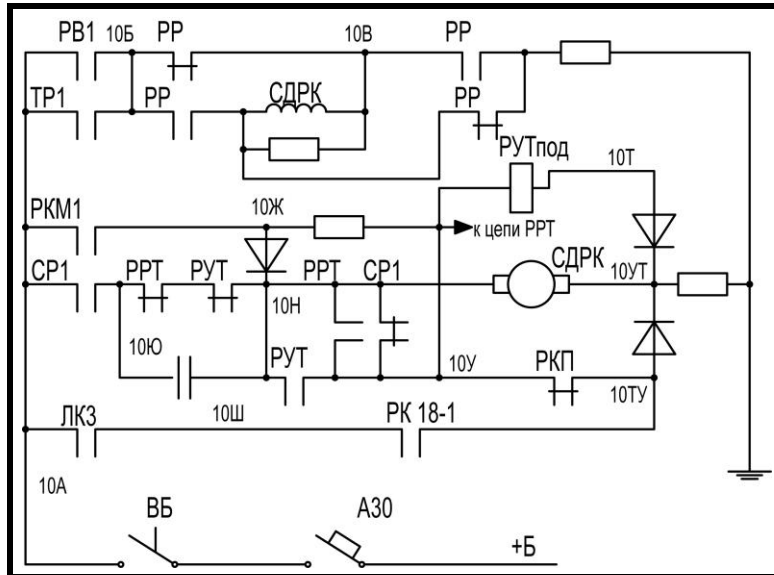


Рис.131 Схема управления СДРК

При включении реле РВ1 замыкает контакт РВ1 (10А-10Б) и получает питание обмотка возбуждения СДРК по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, РВ1, провод 10Б, РР, обмотка возбуждения СДРК, РР, резистор, «земля».

Поэтому при включении реле СР1 и РВ1 получает питание обмотка якоря и обмотка возбуждения СДРК и вал РК начинает вращение.

Реле РР своими контактами меняет направление тока в обмотке возбуждения СДРК. При включении реле РР вал РК будет вращаться с 1-ой по 18-ю позицию; при отключении реле РР вал РК будет вращаться в обратном направлении с 18-й по 1-ю позицию.

7.3 Торможение СДРК на позиции

Перед остановкой вала РК на позиции, между позициями снимается питание с катушек реле СР1 и РВ1. Первым отключается реле СР1, размыкая свой контакт цепи питания обмотки якоря СДРК и замыкая свой контакт, подготавливая коротко замкнутый контур якорю СДРК, для торможения РК на позиции. Контакты реле РВ1 остаются замкнутыми еще 0,6 сек (см. рис.131).

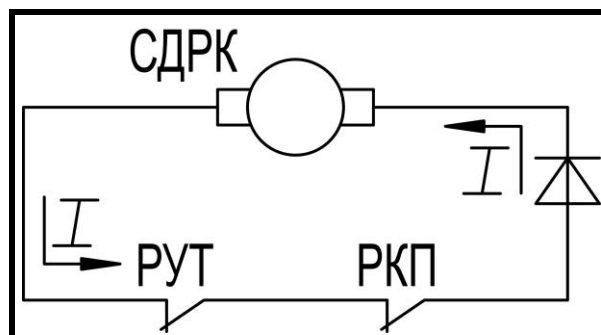


Рис.132 Торможение якоря СДРК на позиции

Обмотка якоря СДРК будет продолжать получать питание через РКТМ1 и вал РК дойдет до позиции. На позиции РКТМ1 размыкается, замыкается РКП. Образуется короткозамкнутый контур якоря СДРК, по обмотке якоря протекает ток, направление которого меняется на противоположное. Якорь СДРК, стремясь вращаться в противоположную сторону, надежно останавливается на позиции (см. рис.132).

Параллельно обмотке якоря СДРК предусмотрена цепь, шунтирующая якорь СДРК в случае, если РК не сможет остановиться на 18-й позиции и попытается перейти на 1-ю позицию при включенной силовой схеме. Тогда в начале перехода РК с 18-й на 1-ю позицию замыкается контакт РК18-1, создается короткозамкнутый контур якорю СДРК и вал РК остановится.

7.4 Возврат РК на 1-ю позицию

При разборе схемы линейными контакторами вал РК автоматически, минуя контроллер машиниста, возвращается на 1-ю позицию с любой промежуточной. Для этого на каждом вагоне предусмотрено питание реле CP1 и RB1 непосредственно от аккумуляторной батареи данного вагона по цепи:

+Б, А30, ВБ, провод 10А, ЛК3, РК2-18, ЛК4, провод 2Е, параллельно катушки реле CP1, RB1, РРП, «земля».

Реле CP1 замкнет свой контакт в цепи питания обмотки якоря СДРК, реле RB1- в цепи обмотки возбуждения СДРК (см. рис.131).

Вал РК начнет вращение к 1-й позиции по кратчайшему пути. Если РК находился между 2-й и 10-й позицией, то реле РР не включается и РК будет вращаться к 1-й позиции в обратном направлении. Если РК находился между 11-й -18-й позициями, то реле РР включается, получая питание по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, катушка РР, РК11-18, ЛК4, «земля». РК будет вращаться к 1-й позиции в прямом направлении.

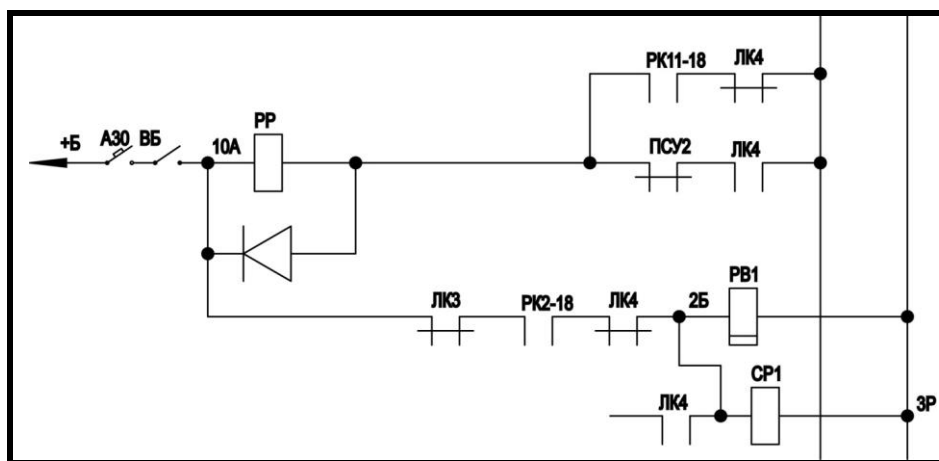


Рис.133

При переходе РК на 1-ю позицию размыкается РК2-18, отключатся реле CP1, RB1 и на 1-й позиции РК останавливается (см. рис.133).

7.5 Управление переключателем положений

7.5.1 Переход переключателя из положения ПС в положение ПП

При нулевом положении главного вала контроллера машиниста переключатель положений ППС находится в положении ПС.

Схема управления переключателем положений изображена на рис.134.

При переводе главной рукоятки КВ в положение «Ход-2», и после достижения РК 16-18-й позиции получит питание катушка привода ПП по цепи: 1-й провод, А1, «Игла», провод 1А, РК16-18, катушка ПП, провод 3Р, РРП1, «земля».

Вал переключателя положений перейдет из положения ПС в ПП.

После перехода в ПП, размыкаются контакты ПС и замыкаются контакты ПП.

7.5.2 Переход переключателя положений из положения ПП в ПС

При разборе схемы ходового режима (ТЭД соединены параллельно), после отключения линейных контакторов, переключатель положений перейдет из положения ПП в ПС.

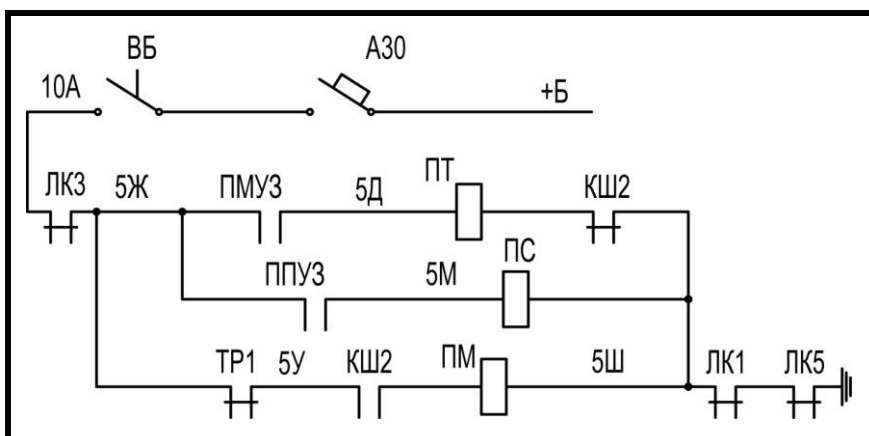


Рис.134 Схема управления переключателем положений

Катушка ПС получит питание по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, ЛК3, ППУ3, катушка ПС, ЛК1, ЛК5, «земля». После перехода переключателя в ПС размыкается блокировка ППУ3 и катушка ПС обесточивается.

7.5.3 Переход переключателя ПМТ из положения ПТ в ПМ

При нулевом положении главного вала контроллера машиниста переключатель положений ПМТ находится в положении ПТ.

При сборе схемы ходового режима после включения контакторов КШ1, КШ2, получит питание катушка привода ПМ по цепи:

+Б, А30, ВБ, провод 10А, ЛК3, ТР1, КШ2, катушка ПМ, ЛК1, ЛК5, «земля».

Вал переключателя ПМТ перейдет из положения ПТ в ПМ. После перехода в положение ПМ, замыкаются контакты ПМ.

7.5.4 Переход переключателя положений из положения ПМ в ПТ

При разборе схемы ходового режима после отключения линейных контакторов получит питание катушка привода ПТ по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, ЛК3, ПМУ3, катушка ПТ, КШ2, ЛК1, ЛК5, «земля».

Вал переключателя положений перейдет в положение ПТ. После перехода в положение ПТ размыкается контакт ПМУ3 и катушка ПТ обесточивается.

7.6 Управление реверсором

Реверсор управляется реверсивным валом контроллера машиниста и поворачивается в положение соответствующее положению реверсивной ручки КВ. Схема управление реверсором представлена на рис.135,136.

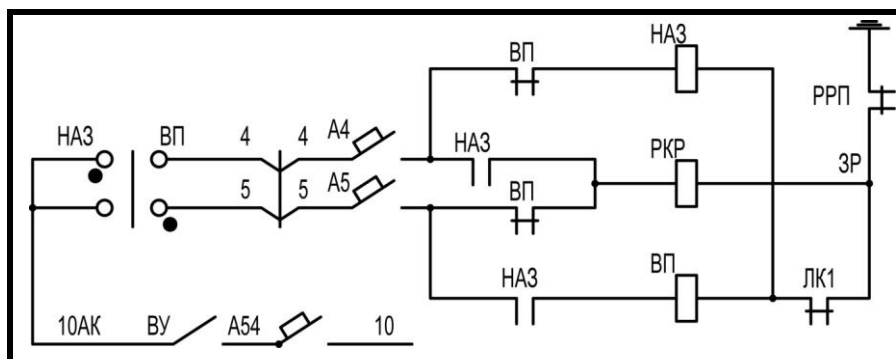


Рис.135 Схема управления реверсором

При переводе реверсивного вала КВ в положение «Вперед» замыкается кулачковый элемент 5-го провода, а 4-го провода получает «землю». Получит питание вентильная катушка привода реверсора «Вперед» по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭ 5-го провода, СК1, 5-й поездной провод, А5, 5-й вагонный провод, контакт «Назад» (если реверсор находился в положении «Назад»), катушка реверсора «Вперед», ЛК1, РРП, «земля».

Реверсор повернется в заданное направление движения, замкнутся контакты реверсора «Вперед» и разомкнутся контакты реверсора «Назад», и катушка «Вперед» обесточивается на все время движения поезда «Вперед».

После поворота реверсора в положение «Вперед», включится реле РКР, получая питание по цепи: 5-й провод, А5, ВП, катушка РКР, РРП, «земля». Реле РКР замкнет свой контакт в 1-м (6-м) проводе, подготавливая цепь включения линейных контакторов.

При переводе реверсивного вала КВ в положение «Назад» замыкается кулачковый элемент 4-го провода. Получает питание вентильная катушка привода реверсора «Назад» по цепи:

10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭ 4-го провода, СК1, 4-й поездной провод, А4, 4-й вагонный провод, контакт «Вперед», катушка «Назад», ЛК1, РРП1, «земля».

Реверсор повернется в заданное направление движения, замкнутся контакты реверсора «Назад», разомкнутся контакты реверсора «Вперед», и катушка «Назад» обесточивается на все время движения поезда «Назад».

После поворота реверсора в положение «Назад», включится реле РКР, получая питание по цепи: 4-й провод, А4, ВП, катушка РКР, РРП, «земля». Реле РКР замкнет свой контакт в 1-м (6-м) проводе, подготавливая цепь включения линейных контакторов.

7.7 Работа схемы управления в ходовом режиме

7.7.1 Положение КВ «Ход-1»

При переводе реверсивной ручки КВ в положение «Вперед» замыкается кулачковый элемент 5-го провода и получит питание катушка реверсора «Вперед» (если реверсор находился в положении «Назад») по цепи: 10пр., А54, ВУ, провод 10АК, КЭ 5пр., СК1, 5-й поездной провод, А5, 5-й вагонный провод, Наз, катушка ВП, ЛК1, РРП1, «земля»(см. рис.136,137).

Реверсор повернется в заданное направление движения, замкнутся контакты реверсора ВП и разомкнутся контакты НАЗ. После чего включится реле контроля реверсора РКР по цепи:

5-й провод, А5, ВП, катушка РКР, РРП1, «земля».

Реле РКР замкнет свой контакт в цепи 1(6)-го провода, подготавливая цепь включения линейных контакторов.

Схема управления представлена на рис.137.

Главную рукоятку КВ установить в положение «Ход-1». Замыкаются кулачковые элементы У2, 33-го и 20-го проводов и остаются замкнутыми кулачковые элементы 1-го и 19-го проводов (см. рис.136).

Произойдет сбор схемы ходового режима в следующей последовательности:

1) На все время сбора схемы загорятся сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП по цепи: 10-й пр., А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, А73, резистор, сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП, СК1, 18-й поездной провод, А38, 18-й вагонный провод, резистор, диод, размыкающий контакт ЛК4 (24А-0), «земля».

2) Включается контактор ЛК2 по цепи: 10-й пр., А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, КЭ20-го пр., РОТ-1, СК1, 20-й поездной провод, А20, 20-й вагонный провод, «Игла», ПСУ5, катушка ЛК2, РРП1, «земля».

От 20-го провода получают питание катушки ДР1, ДР2 по цепи:

20-й провод, А20, «Игла», РП, провод 20М, параллельно катушки ДР1, ДР2, резистор, провод ЗР, РРП1, «земля».

3) Включается реле РВ2 при условии, что включена система АРС и двери в поезде закрыты, по цепи: 10-й пр., А48, КЭ провода 7Д, АРС, провод 33Ю, КЭ 33-го провода, катушка РВ2, РПБ, КД, «земля».

4) Реле РВ2 включившись, замкнет свой контакт в цепи катушки Р1-5, которая получит питание по цепи: 10-й пр., А54, ВУ, провод 10АК, КЭДА, провод ДА, РОТ-1, провод 19В, РВ2, УАВА, АВУ, катушка Р1-5, «земля»

5) Включается контактор Р1-5, замыкает свой контакт и получает питание 1-й поездной провод по цепи: 10-й пр., А54, ВУ, провод 10АК, КЭ 1-го провода, Р1-5, 1-й поездной провод (во втором блоке пульта загорится сигнальный светодиод ЛВД).

6) Включаются контакторы КШ1, КШ2 по цепи: 1-й провод, А1, «Игла», РК1, ПСУ3, катушки КШ1 и КШ2, РРП1, «земля».

7) После включения контакторов КШ1, КШ2 получает питание катушка ПМ по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, ЛК3, ТР1, КШ2, катушка ПМ, ЛК1, ЛК5, «земля».

Аппарат ПМТ переключится из положения ПТ в ПМ.

8) После перехода ПМТ в ПМ включаются контакторы ЛК1, ЛК3, ЛК4, ЛК5 по цепи: 1-й провод, А1, «Игла», ПМУ1, НР, РК1-18, АВТ, РП, РКР, РК1, КШ2, ЛК2, провод 1Ж, четыре параллельные цепи:

- катушка ЛК3, РРП1, «земля»;
- катушка ЛК4, ЛК3, РРП1, «земля»;
- ПМУ2, катушка ЛК1, РРП1, «земля»;
- ПМУ2, катушка ЛК5, РРП1, «земля».

9) Включается реле реверсировки РР по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, катушка РР, ПСУ2, ЛК4, «земля».

10) После включения контактора ЛК4 размыкается блокировка ЛК4 в 24-ом проводе, гаснут сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП. Схема на «Ход» собралась.

Примечание: После включения контактора ЛК3 больше включенное положение контакторов ЛК1, ЛК3, ЛК4, ЛК5 не зависит от положения РК, КШ2. Катушки этих контакторов будут получать питание через собственную замыкающую блокировку ЛК3.

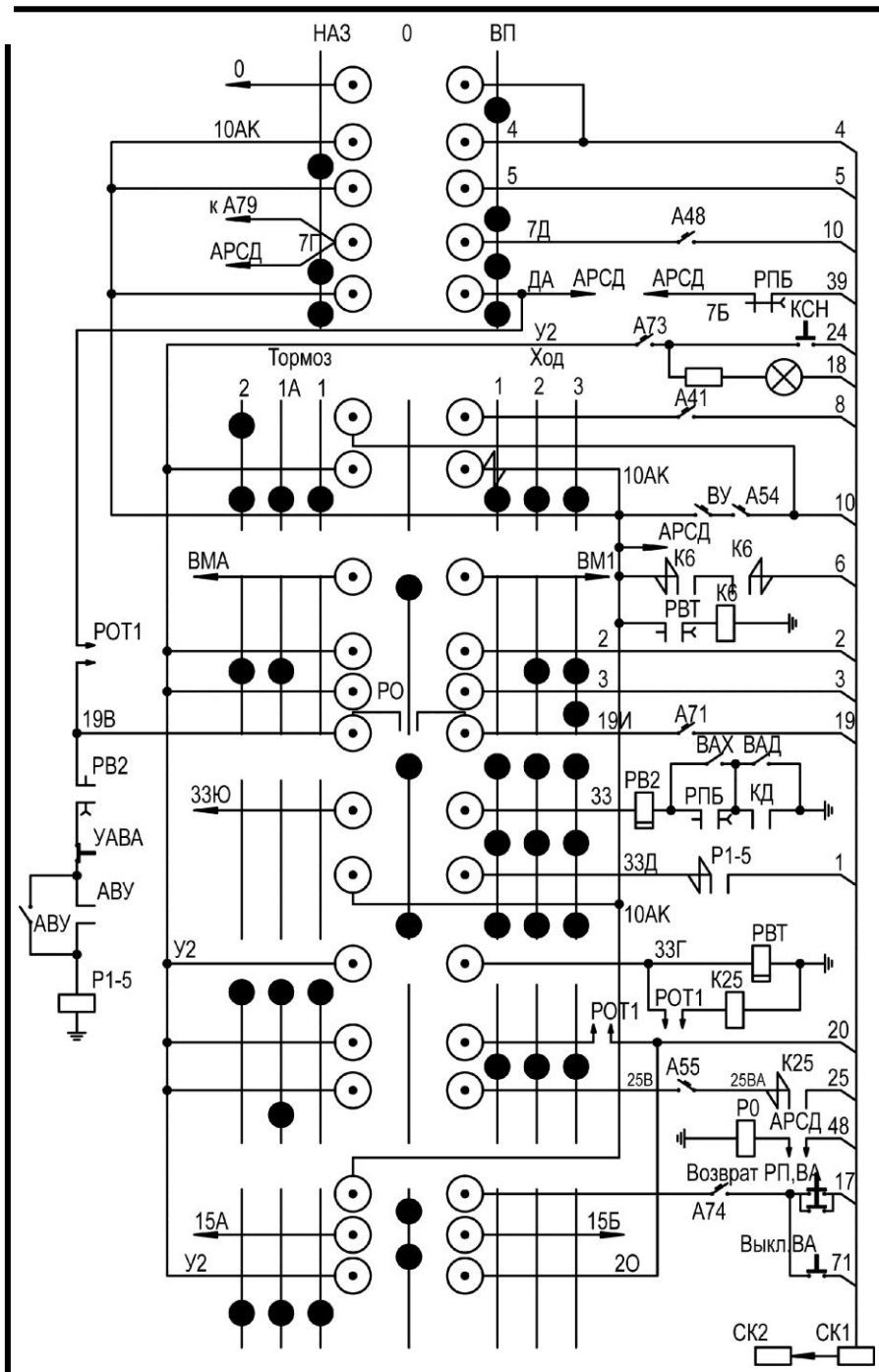


Рис.136 Электрическая схема контроллера машиниста

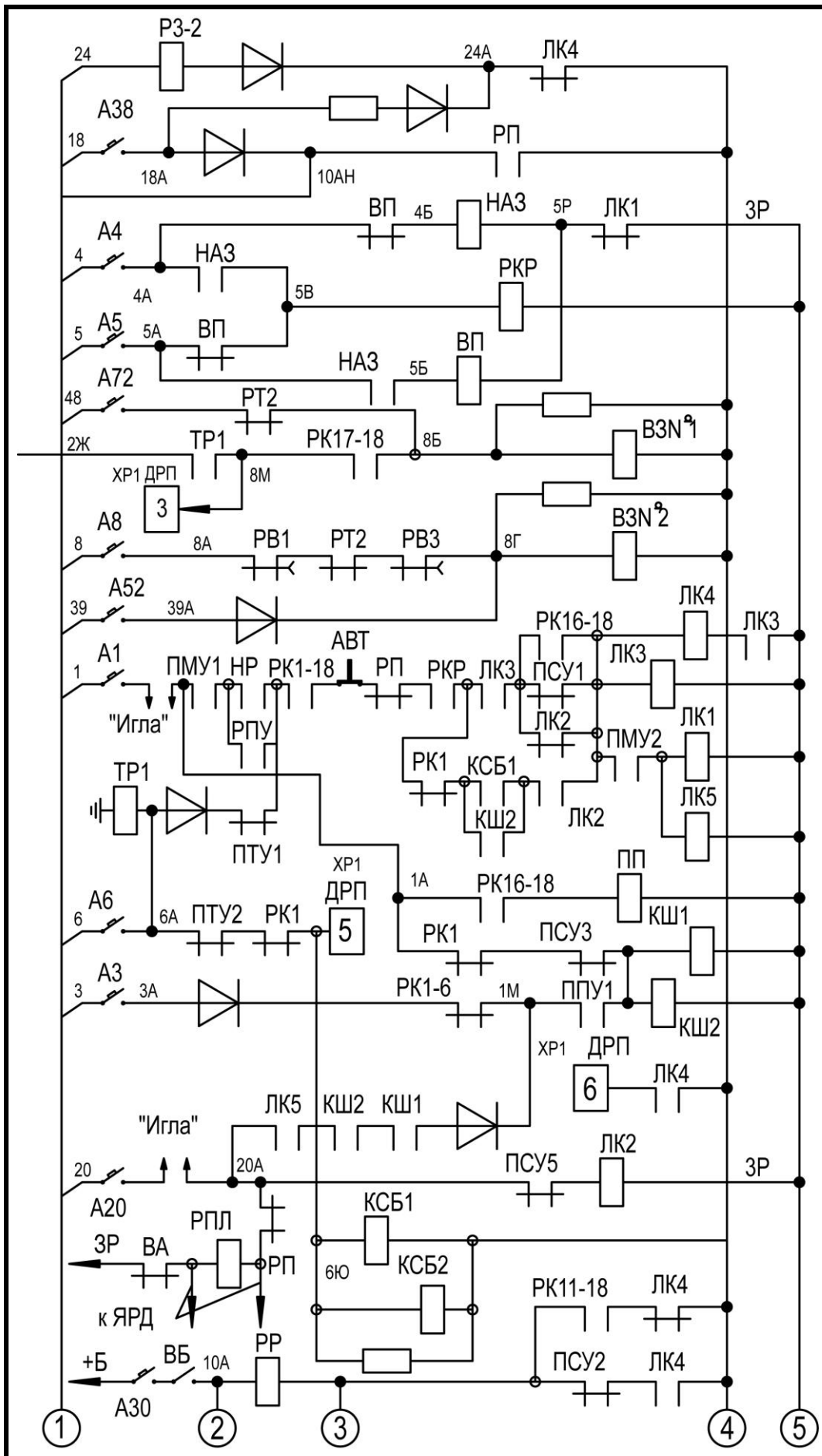


Рис.137 Электрическая схема цепей управления вагонов серии 81-717.5М

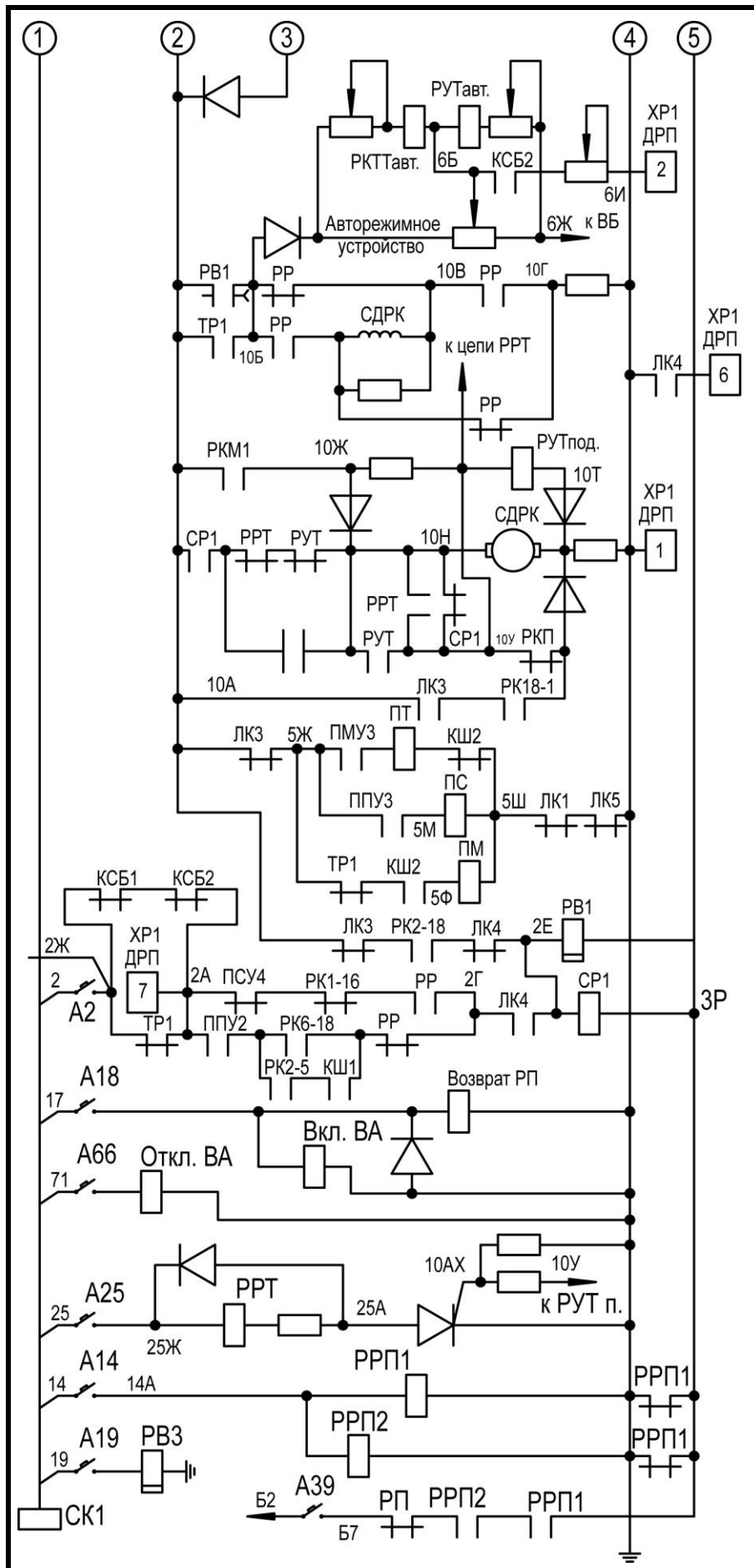


Рис.137 (Продолжение)

7.7.2 Положение КВ «Ход-2»

При переводе главной рукоятки КВ в положение Ход-2 дополнительно замыкается кулачковый элемент 2-го провода, получает питание 2-й поездной провод и в каждом вагоне включается реле СР1, РВ1 по цепи 10пр. , А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, КЭ2 провода, СК1, 2-ой поездной провод, А2, 2-й вагонный провод , КСБ1, КСБ2 (параллельно ТР1), ПСУ4, РК1-16, РР, ЛК4, катушки СР1 и РВ1, РРП1, «земля»(рис.138).

При включении: реле СР1 замкнет свой контакт в цепи питания якоря СДРК; реле РВ1 замкнет свой контакт в цепи питания обмотки возбуждения СДРК.

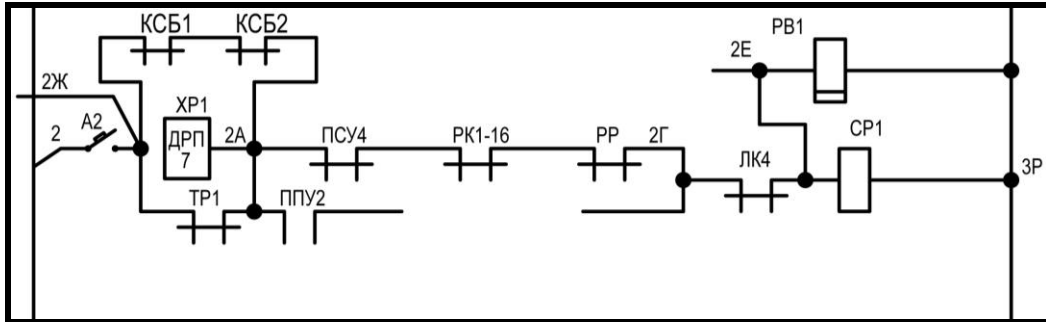


Рис. 138

В результате вал РК начинает вращение. При переходе РК на 2-ю позицию в 1-м проводе размыкается блокировка РК1 (1А-1В) и отключаются контакторы КШ1 и КШ2, начиная с 3-й позиции по 14-ю происходит вывод пусковых резисторов из цепи тяговых двигателей (После превышения тока в силовой цепи больше уставки РУТ, дальнейшее вращение РК будет контролировать РУТ).

При переходе РК на 17-ю позицию во 2-м проводе размыкается РК1-16, отключаются реле СР1, РВ1 и на 17-ой позиции РК останавливается.

После прихода РК на 16-ю позицию получает питание катушка ПП по цепи: 1-й провод, А1, «Игла», РК16-18, катушка ПП, РРП1, «земля».

Аппарат ППС переключит группы двигателей с последовательного соединения на параллельное по «мостовой» схеме. Одновременно с переходом аппарата ППС в положение ПП, РК дойдет до 17-й позиции и остановится.

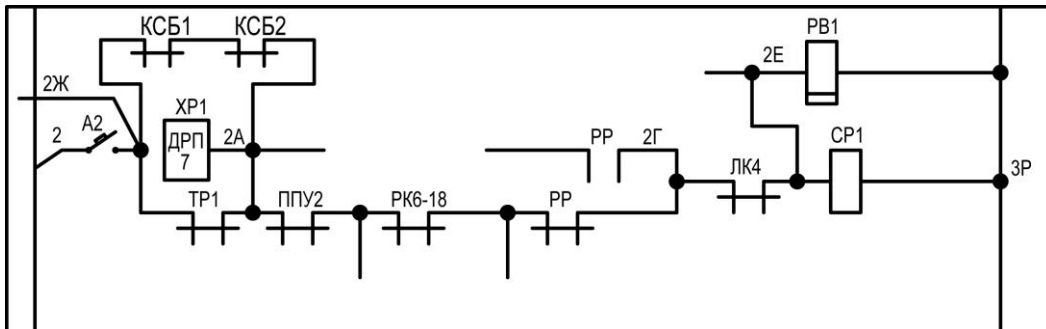


Рис. 139

После переключения ППС в положение ПП в схеме управления произойдут следующие изменения (см. Рис.137):

- в 20-м проводе размыкается ПСУ5 и отключается контактор ЛК2;
- в 10-м проводе размыкается ПСУ2 и отключается реле РР, реверсируя обмотку возбуждения СДРК для вращения РК в обратном направлении и переключая контакты во 2-м проводе;
- во 2-м проводе размыкается ПСУ4, замыкается ППУ2 и вновь включаются реле СР1 и РВ1 по цепи: 2-й провод, А2, КСБ1, КСБ2 (параллельно ТР1), ППУ2, РК6-18, РР, ЛК4, катушки СР1 и РВ1, РРП1, «земля» (рис.139).

Получает питание моторчик СДРК и вал РК начнет вращение в обратном направлении с 17-й по 5-ю позиции. До 7-й позиции происходит вывод пусковых резисторов под контролем РУТ. При переходе РК на 5-ю позицию во 2-м проводе размыкается РК6-18, отключаются реле СР1, РВ1 и на 5-й позиции РК остановится под действием электрического торможения.

7.7.3 Контроль РУТ за вращением РК

Работа кулачковых элементов РК- РКП, РКМ1 изображена на рис.140.

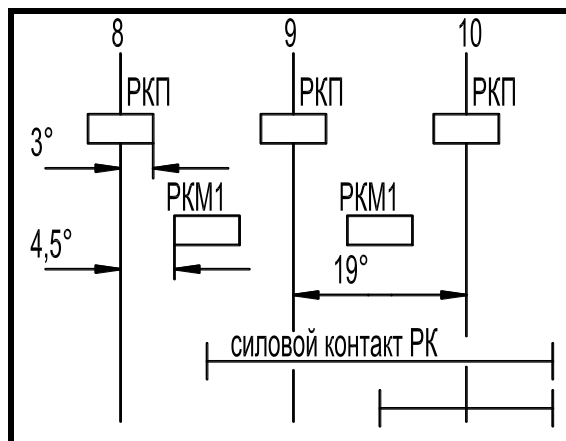


Рис. 140

РКП- кулачковый элемент РК замкнутый на позициях. При его замыкании создается коротко замкнутый контур якорю СДРК.

РКМ1- кулачковый элемент РК замкнутый между позициями. При его замыкании шунтируются контакты реле СР1, РУТ, РРТ в цепи питания якоря СДРК и получает питание подъемная катушка РУТ.

При вращении РК происходит вывод пуско-тормозных резисторов из цепи тяговых двигателей и ток в силовой цепи возрастает. После того как ток в силовой цепи превысит уставку РУТ, дальнейшее вращение РК будет контролировать РУТ.

Уставкой РУТ называется величина тока в силовой цепи, при котором якорь РУТ отпадает.

При уходе РК с позиции через 3 градуса размыкается РКП, еще через 1,5 градуса замыкается РКМ1 и получает питание подъемная катушка РУТ по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, РКМ1, резистор, подъемная катушка РУТ, диод, резистор, «земля» (см. рис.137).

В этот момент замыкается силовой КЭРК, выводится ступень пускового резистора и ток в силовой цепи возрастает. Усилением магнитного потока силовых катушек РУТ с магнитным потоком РУТпод. реле РУТ притянет якорь к сердечнику. В результате- размыкается контакт РУТ в цепи питания якоря СДРК и замыкается контакт РУТ в цепи параллельной якорю СДРК. Якорь СДРК продолжает получать питание через РКМ1 и дойдет до позиции. За 4,5 градуса до позиции РКМ1 размыкается, вал РК вращаясь по инерции, дойдет до позиции. На позиции замыкается РКП, образуется короткозамкнутый контур якорю СДРК и противотоком СДРК останавливается (см. рис.141).

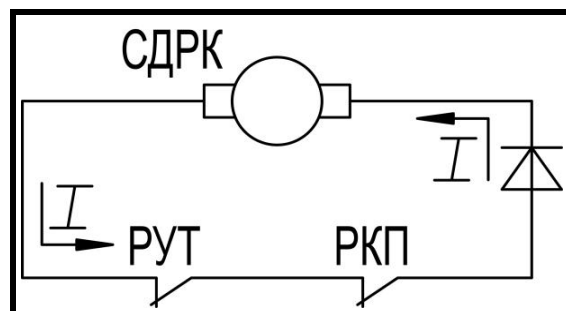


Рис.141 Торможение СДРК на позиции

Время задержки РК на позициях определяется временем удержания якоря РУТ в притяннутом положении, которое зависит от величины тока в силовой цепи.

С увеличением скорости вращения якоря двигателя увеличивается противо-ЭДС, наводимая в обмотках якоря и ток в силовой цепи уменьшается. Как только ток снизится до величины уставки, РУТ отпустит якорь, переключив контакты в цепи якоря СДРК (см. Рис.137), вал РК получит возможность вращаться, перейдет на следующую позицию и остановится.

Работа РУТ повторится.

7.7.4 Положение КВ «Ход-3»

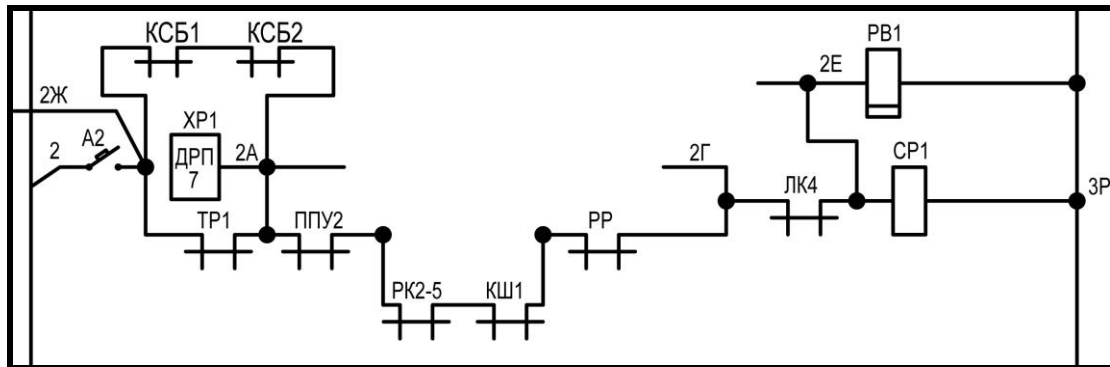


Рис. 142

При переводе главной рукоятки КВ в положение «Ход-3» дополнительно замыкается кулачковый элемент 3-го провода. Получит питание 3-й поездной провод и в каждом вагоне включатся контакторы КШ1 и КШ2 по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, КЭ 3-й провода, СК1, 3-й поездной провод, А3, 3-й вагонный провод, диод, РК1-6, ППУ1, катушки КШ1 и КШ2, РРП1, «земля».

Замкнутся блокировки КШ1 и КШ2 во 2-м проводе и в 20-м, вновь включатся реле СР1 и РВ1 по цепи: 2-ой провод, А2, КСБ1, КСБ2 (параллельно ТР1), ППУ2, РК2-5, КШ1, РР, ЛК4, катушки СР1, РВ1, провод 3Р, РРП1, «земля» (рис.142).

Получит питание моторчик СДРК и вал РК продолжит вращение с 5-й по 1-ю позицию. При вращении РК с 5-й по 2-ую позицию происходит ступенчатое ослабление магнитного поля двигателей с 70% до 28%.

При переходе РК на 1-ую позицию во 2-м проводе размыкается РК2-5, отключаются реле СР1 и РВ1 и на 1-ой позиции РК остановится электрическим торможением.

Примечание: Если машинист кратковременно переведет главную рукоятку КВ в положение «Ход-3» и включатся контакторы КШ1 и КШ2, а затем переведет ее в положение «Ход-2», сняв напряжение с 3-го провода, то контакторы КШ1 и КШ2 не отключатся и РК продолжит свое вращение дойдет до 1-й (36-й) позиции. В этом случае катушки контакторов КШ1 и КШ2 будут получать питание через свои собственные замыкающие блокировки по цепи: 20-й провод, А20, «Игла», ЛК5, КШ2, КШ1, диод, ППУ1, катушки КШ1 и КШ2, РРП1, «земля». Если после прихода РК на 1-ю (36-ю) позиции машинист переведет главную рукоятку КВ в Ход-1, то будет реализовываться режим Ход-3.

7.8 Работа схемы управления в тормозном режиме.

7.8.1 Положение КВ «Тормоз-1». Сбор схемы тормозного режима

До начала сбора схемы тормозного режима аппарат ПМТ находится в положении ПТ, аппарат ППС- в положении ПС, РК на 1-й позиции.

При переводе главной рукоятки КВ в положение «Тормоз-1» замыкаются кулачковые элементы У2, проводов 33Г и 20-го (см. рис.136).

Произойдет сбор схемы тормозного режима в следующей последовательности (см. рис.137):

1) На все время сбора схемы загорятся сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, А73, резистор, сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП, СК1, 18-й поездной провод, А38, 18-й вагонный провод, резистор, диод, размыкающий контакт ЛК4, «земля».

2) Включается контактор ЛК2 по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, КЭ 20-го провода, СК1, 20-й поездной провод, А20, 20-й вагонный провод, «Игла», ПСУ5, катушка ЛК2, РРП1, «земля».

Одновременно по 20-му проводу получают питание катушки ДР1, ДР2.

3) От провода 33Г включаются:

-контактор К25 по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭУ2, провод У2, КЭ33Г, РОТ1, катушка К25, «земля».

К25 замкнет свой контакт в 25-м проводе, подготавливая цепь для возможного ручного торможения в случае перевода главной рукоятки КВ в положение «Тормоз-1А»;

-реле РВТ по цепи: провод У2, КЭ33Г, катушка РВТ, «земля».

Реле РВТ замкнет свой контакт и получит питание катушка К6 по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, РВТ, катушка К6, «земля».

4) Контакт К6, включившись, замкнет два своих последовательно соединенных контакта и получит питание 6-й поездной провод по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, К6, 6-й поездной провод (во 2-м блоке пульта управления загорится сигнальный светодиод ЛСТ).

5) В каждом вагоне по 6-му проводу включаются:

- реле ТР1 по цепи: 6-й провод, А6, катушка ТР1, «земля». Реле ТР1 включившись, размыкает свои контакты во 2-м проводе и в цепи катушки ПМ, и замыкает свои контакты в цепи авторежима и в цепи катушки ВЗ №1;

-контакты КСБ1 и КСБ2 по цепи: 6-й провод, А6, ПТУ2, РК1, катушки КСБ1, КСБ2, «земля». Размыкаются контакты КСБ1, КСБ2 во 2-м проводе. Замыкается контакт КСБ2 в цепи авторежима, КСБ1 - в 6-м проводе;

- получает питание электронная система управления транзисторных модулей регулятора поля ТЭД по цепи: 6-й провод, А6, ПТУ2, РК1, ДРП5 (ХР1);

- контакты ЛК3 и ЛК4 по цепи: 6-й провод, А6, диод, ПТУ1, РК1-18, АВТ, РП, РКР, РК1, КСБ1, ЛК2, провод 1Ж, две параллельные цепи: а) катушка ЛК3, РРП1, «земля»; б) катушка ЛК4, ЛК3, РРП1, «земля».

Контакты ЛК1 и ЛК5 не включаются, в цепи катушек разомкнута блокировка ПМУ2.

б) Включается реле РР по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, катушка РР, ПСУ2, ЛК4, «земля»;

После включения контактора ЛК4 размыкается блокировка ЛК4 (24А-0) в 24-м проводе, гаснут сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП, схема на тормоз собралась.

7.8.2 Положение КВ «Тормоз-2». Автоматическое торможение

При переводе главной рукоятки КВ из положения «Тормоз-1» в «Тормоз-2» дополнительно замыкаются кулачковые элементы 2-го и 8-го проводов (см. рис.136).

Появление напряжения на 2-м проводе не вызовет включение реле СР1, РВ1, и вращение РК, так как цепь 2-го провода разомкнута контактами КСБ1, КСБ2, ТР1 и отсутствует сигнал «РСУ» в блоке ДРП.

Торможение от максимальной скорости до 65 км/ч происходит методом импульсного регулирования поля ТЭД. Происходит усиление магнитного поля генераторов от 48% до 100%.

От 2-го провода по цепи: 2-й провод, А2, провод 2Ж, ТР1, питание поступает в ДРП-3(ХР1) и регулятор тока возбуждения переходит в режим регулирования тока якорей групп двигателей на уровне $(260-360) \pm 15$ А в зависимости от загрузки вагона.

После окончания процесса регулирования магнитного поля генераторов, выхода на характеристику полного поля, или при отсутствии регулирования в области низких скоростей, по команде от ДРП формируется сигнал «РСУ». Получают питание катушки реле СР1 и РВ1 по цепи: провод У2, КЭ 2-го провода, СК1, 2-й поездной провод, А2, провод 2Ж, ДРП-7(ХР1), ПСУ4, РК1-16, РР, ЛК4, катушки СР1 и РВ1, РРП1, «земля» (см. рис.137).

Реле СР1 замыкает свой контакт в цепи питания якоря СДРК, реле РВ1 - цепи обмотки возбуждения СДРК. В результате РК начинает вращаться с 1-й по 17-ю позиции, выводя ступени тормозных резисторов под контролем РУТ. При переходе РК на вторую позицию в 6-м проводе размыкается контакт РК1 (6Г-6Ю) и отключаются контакторы КСБ1, КСБ2, отключая регулятор тока возбуждения ДРП300/300. Замыкаются контакты КСБ1, КСБ2 во 2-м проводе, через который продолжают питание реле СР1, РВ1.

В тормозном режиме от провода 10Б через диод получает питание авторежимное устройство, которое действует в зоне импульсного регулирования поля и вывода тормозных резисторов, меняя уставку в установленных пределах в зависимости от нагрузки вагона. В зоне регулирования тока возбуждения ТЭД регулирование уставки в зависимости от нагрузки вагона осуществляется по команде с провода 6И датчика авторежима, поступающей в контур сравнения блока управления. При этом авторежимное устройство работает на опорном напряжении, получаемом от вывода 23-го элемента аккумуляторной батареи, величина которого около 33 В, для согласования потенциалов датчика авторежима и контура сравнения блока управления ДРП.

На 2-е плечо датчика авторежима включена авторежимная катушка реле контроля тормозного тока РКТТ, уставка которого меняется в зависимости от нагрузки вагона по закону изменения уставки РУТ, но по негативному принципу.

Авторежимное устройство поддерживает замедление вагона практически постоянным независимо от наполнения вагона.

При переходе РК на 17-ю позицию во 2-м проводе размыкается РК1-16, отключаются реле СР1, РВ1 и на 17-й позиции РК остановится.

На 17-18-й позиции РК получает питание катушка вентиля замещения ВЗ №1 по цепи: 2-й провод, А2, провод 2Ж, ТР1, РК17-18, катушка ВЗ №1, «земля». Срабатывает пневматический тормоз от ВЗ №1, которым удерживается поезд в заторможенном положении.

После прихода РК на 17-18-ю позицию срабатывает ВЗ №1 и одновременно получает питание катушка реле РО по цепи: 2-й провод, А2, провод 2Ж, ТР1, РК17-18, РТ2, А72, 48-й вагонный провод, СК1, 48-й поездной провод, АРС-Д, катушка РО, «земля».

Реле РО включившись, замыкает свой контакт, шунтируя КЭ 19-го провода в КВ. Получает питание катушка реле РВ3 по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, провод 10АК, КЭДА, провод ДА, РОТ1, провод 19В, РО, А71, СК1, 19-й поездной провод, А19, 19-й вагонный провод, катушка РВ3, «земля».

Реле РВ3 разомкнет свой контакт в 8-м проводе и на составе отменяется пневматическое торможение от вентили замещения ВЗ №2. Состав остается заторможенным ВЗ №1.

Примечание: При не сборе схемы на Тормоз, в случае перевода главной рукоятки КВ в положение «Тормоз-2», на 1-й позиции РК получит питание катушка вентили замещения №2 по цепи: 10-й провод, КЭ 8-го провода, А41, СК1, 8-й поездной провод, А8, 8-й вагонный провод, РВ1, РТ2, РВ3, катушка ВЗ№2, «земля». Происходит автоматическое замещение электрического тормоза- пневматическим (срабатывает ВЗ№2) с безусловным обеспечением требований безопасности.

7.8.3 Положение КВ «Тормоз-1А». Ручное торможение

При переводе главной рукоятки КВ из положения «Тормоз-1» в положение «Тормоз-1А» дополнительно замыкаются КЭ 2-го и 25-го проводов (см. рис.136).

Торможение от максимальной скорости до 65 км/ч происходит методом импульсного регулирования поля ТЭД.

Рассмотрим работу схемы после окончания процесса регулирования магнитного поля генераторов и выхода на характеристику полного поля (см. рис.137).

По команде от ДРП формируется сигнал «PCY», включатся реле СР1 и РВ1 по цепи: 2-й провод, А2, ДРП-7(ХР1), ПСУ4, РК1-16, РР, ЛК4, катушки СР1 и РВ1, РРП1, «земля».

Реле СР1 замыкает контакт в цепи питания якоря СДРК, реле РВ1- в цепи обмотки возбуждения СДРК, в результате РК начинает вращение. Между позициями РК замыкается КЭ РКМ1 и получает питание катушка РУТпод. Подается управляющий сигнал на открытие тиристора по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, РКМ1, резистор, провод 10У, резистор, тиристор. Включается реле РРТ, получая питание по цепи: 10-й провод, А54, ВУ, КЭУ2, провод У2, КЭ 25-го провода, А55, К25, СК1, 25-й поездной провод, А25, 25-й вагонный провод, катушка РРТ, резистор, тиристор (25А-10АХ), «земля»(см. рис.137).

Реле РРТ включившись, размыкает свой контакт в цепи питания якоря СДРК и замыкает свой контакт, подготавливая коротко замкнутый контур для торможения СДРК на позиции.

Якорь СДРК дойдет до позиции, получая питание через РКМ1. За 4,5° до позиции размыкается РКМ1, вал РК вращаясь по инерции доходит до позиции. За 3° до позиции замыкается РКП, образуя короткозамкнутый контур якорю СДРК и противотоком СДРК, остановится на позиции.

После размыкания РКМ1 катушка РРТ продолжает находиться под током и удерживать якорь притянутым к сердечнику.

РУТ отпустит свой якорь после снижения тока в силовой цепи до тока уставки.

Чтобы вывести еще одну позицию РК необходимо главную рукоятку КВ перевести в положение «Тормоз-1», сняв напряжение со 2-го и 25-го проводов. Реле РРТ отпустит свой якорь, переключив контакты в цепи якоря СДРК, а затем вновь главную рукоятку КВ перевести в положение «Тормоз-1А». Работа схемы повторится, РК перейдет на следующую позицию и остановится. Начиная со 2-й позиции реле СР1, РВ1 будут получать питание через размыкающие контакты КСБ1, КСБ2 в цепи 2-го провода.

Так можно вывести все 17 позиций РК. На 17-ой позиции по цепи 2-го провода сработает пневматический тормоз от ВЗ №1.

7.9 Резервное управление поездом

С целью оперативной эвакуации неисправного состава с линии в случаях короткого замыкания в поездных проводах и в проводах, объединяющих источники питания низковольтных цепей, невозможности привезти поезд в движение от основного контроллера, вагоны оборудованы системой резервного управления.

Это дает возможность машинисту привести поезд в движение и следовать в депо или ПТО, пользуясь для остановки пневмотормозом.

В этом случае управление поездом осуществляется, помимо основного контроллера, от контроллера резервного управления- КРУ.

ЗР, катушки ДР1, ДР2, резистор, провод 20М, РП, «Игла», 20-й вагонный провод, А20, СК1, 20-й поездной провод, КРУ, «земля».

3) Включаются контакторы КШ1 и КШ2 по цепи: ЗР, катушки КШ1 и КШ2, ПСУ3, РК1, «Игла», 1-й вагонный провод, А1, СК1, 1-й поездной провод, КРУ, «земля».

4) После включения контакторов КШ1 и КШ2 получает питание катушка ПМ по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, ЛК3, ТР1, КШ2, катушка ПМ, ЛК1, ЛК5, «земля».

Аппарат ПМТ переключится из положения ПТ в ПМ.

5) После перехода ПМТ в положение ПМ включаются контакторы ЛК1, ЛК3, ЛК4, ЛК5 по цепи: провод ЗР, 4-е параллельные цепи:

- катушка ЛК3, провод 1Ж,
- ЛК3, катушка ЛК4, провод 1Ж,
- катушка ЛК1, ПМУ2, провод 1Ж,
- катушка ЛК5, ПМУ2, провод 1Ж.

Далее: ЛК2, КШ2, РК1, РКР, РП, АВТ, РК1-18, НР, ПМУ1, «Игла», 1-й вагонный провод, А1, СК1, 1-й поездной провод, КРУ, «земля».

6) Включается реле РР по цепи: +Б, А30, ВБ, провод 10А, катушка РР, ПСУ2, ЛК4, «земля».

После включения линейных контакторов сбор схемы заканчивается. Тяговые двигатели соединены последовательно с полностью введенными пусковыми резисторами величиной 4,176 Ом и ослабленным полем 28%.

Сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП при резервном управлении поездом не работают, т.к. разомкнут КЭУ2 и провод У2 не запитывается. Контроль сбора схемы по силовому амперметру и горящему светодиоду ЛВД.

При переводе реверсивной ручки КВ во 2-е положение дополнительно к 1, 5, 20-му проводам «землю» через замкнувшийся контакт КРУ получает 2-й поездной провод. В результате на всех вагонах в составе включатся реле СР1 и РВ1, получая питание по цепи: ЗР, катушки СР1 и РВ1, ЛК4, РР, РК1-16, ПСУ4, КСБ1, КСБ2 (параллельно ТР1), 2-й вагонный провод, А2, СК1, 2-й поездной провод, КРУ, «земля».

Это вызовет вращение РК. При переходе РК на 2-ую позицию в 1-м проводе размыкается РК1 и отключаются контакторы КШ1 и КШ2. Начиная с 3-й по 14-ю позицию, происходит вывод пусковых резисторов из цепи двигателей. На 16-й позиции РК получает питание катушка ПП по цепи: ЗР, катушка ПП, РК16-18, «Игла», 1-й вагонный провод, А1, СК1, 1-й поездной провод, КРУ, «земля».

Переключатель ППС переключает группы двигателей с последовательного соединения на параллельное по схеме «моста». В момент перехода аппарата из положения ПС в ПП во 2-м проводе размыкается РК1-16, отключаются реле СР1 и РВ1 и на 17-й позиции РК остановится.

После перехода в ПП произойдут аналогичные изменения в схеме как при управлении от основного КВ, т.е.- отключится реле РР, контактор ЛК2 и после чего вновь включатся реле СР1 и РВ1 по цепи: ЗР, катушки СР1 и РВ1, ЛК4, РР, РК6-18, ППУ2, КСБ1, КСБ2 (параллельно ТР1), 2-й вагонный провод, А2, СК1, 2-й поездной провод, КРУ, «земля».

Вал РК начнет вращение в обратном направлении с 17-й по 5-ю позиции, вывода ступени пусковых резисторов под контролем РУТ. При переходе РК на 5-ю позицию во 2-м проводе размыкается РК6-18, отключаются реле СР1, РВ1 и на 5-й позиции РК остановится.

Группы тяговых двигателей соединены параллельно с полностью выведенными пусковыми резисторами и полем двигателей 100%.

Примечание:

1. При отпускании кнопки резервный пуск отключаются реле РРП1, РРП2 и схема Ходового режима разбирается. Вал РК возвращается на 1-ю позицию.

2. Торможение при управлении от КРУ осуществляется пневматическим тормозом.

3. При отключении РП, ДР, ВА на неисправном вагоне загораются бортовые зеленые лампы РП.

4. При переходе на резервное управление, в случае смены направления движения, реверсирование тяговых двигателей произойдет автоматически одновременно с нажатием на кнопку «Резервный пуск» по 5-му проводу.

5. При переходе на резервное управление в головном вагоне горят белые и красные сигнальные огни.

6. В КРУ заведены цепи управления дверями и дверная сигнализация. Защита А17.

7.10 Контроль бдительности машиниста

Устройство контроля бдительности машиниста смонтировано на головных вагонах и включает в себя:

- ПБ- педаль бдительности;

- РПБ- реле педали бдительности, включается при включении устройств АРС и постоянно находится под током; - ВАХ- тумблер, выключатель аварийного хода, установлен в 7-м блоке пульта управления и при нормальной работе схемы должен быть отключен.

При включении устройств АРС включается реле РПБ (схема включения реле РПБ представлена на рис. 144).

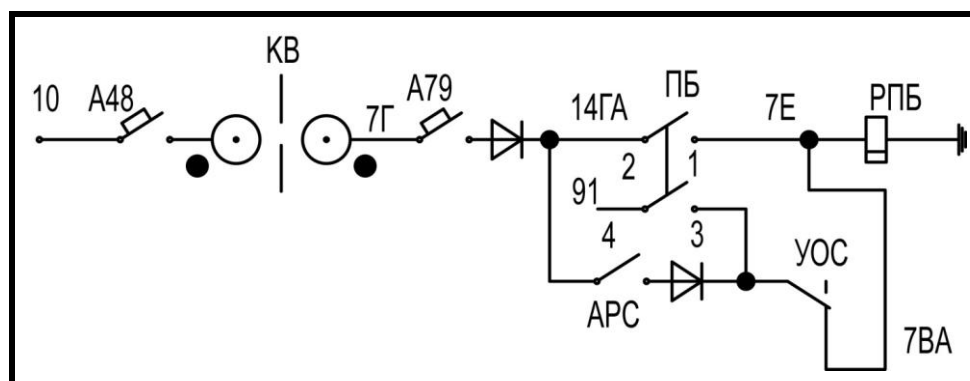


Рис.144 Электрическая схема включения РПБ

В результате в схеме произойдут следующие изменения (см. рис.136,137):

- 1) Размыкается контакт РПБ в 39-м проводе и отменяется торможение от ВЗ№2.
- 2) Замыкается контакт РПБ в 33-м проводе, подготавливая цепь включения реле РВ2 для сбора схемы ходового режима.

При отключении устройств АРС отключается и реле РПБ, замыкая свой контакт в 39-м проводе и на составе срабатывает пневматический тормоз от ВЗ№2.

Для приведения поезда в движения без устройств АРС необходимо нажать и удерживать нажатой ПБ. Включается реле РПБ (см. рис.144), произойдет отмена торможения от ВЗ№2. Движение поезда стало возможным с постоянно нажатой ПБ, из этого следует, что ПБ контролирует бдительность машиниста и в случае ее отпуска на поезде работает ВЗ№2 по 39-му проводу.

Кроме того, реле РПБ имеет выдержку на отключение 2-2,4с. Этим обеспечивается задержка на включение ВЗ№2 при случайном отпуске ПБ.

В случае неисправности реле РПБ (потеря контакта РПБ в 33-м проводе) для возможного сбора схемы ходового режима необходимо включить тумблер ВАХ, контакты, которого шунтируют контакт РПБ в 33-м проводе (см.рис.136).

7.11 Сигнализация о работе схемы цепей управления

Сигнализация о работе схемы цепей управления, о срабатывании РП, ДР, БВ выполнена сигнальными светодиодами ЛСН, ЛРП (У5-18) и зелеными лампами РП (УО-10АН).

Схема включения сигнализации об отключении защиты на вагоне представлена на рис.145.

Сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП установлены во 2-м блоке пульта управления и постоянно находятся под напряжением на всех ходовых и тормозных положениях главной рукоятки КВ, и загораются при неисправности любого вагона в составе только в кабине, из которой ведется управление.

Зеленые лампы РП установлены в 5-м блоке пульта управления головных вагонов и на боковых стенках кузова всех вагонов, постоянно находятся под напряжением от 10-го провода и загораются на том вагоне, на котором произошло отключение РП, ВА, ДР.

При не сборе схемы на Ход или Тормоз на любом вагоне в составе на пульте управления загорается сигнальный светодиод ЛСН, получая «землю» по цепи 18-го провода, через резистор и размыкающий контакт ЛК4.

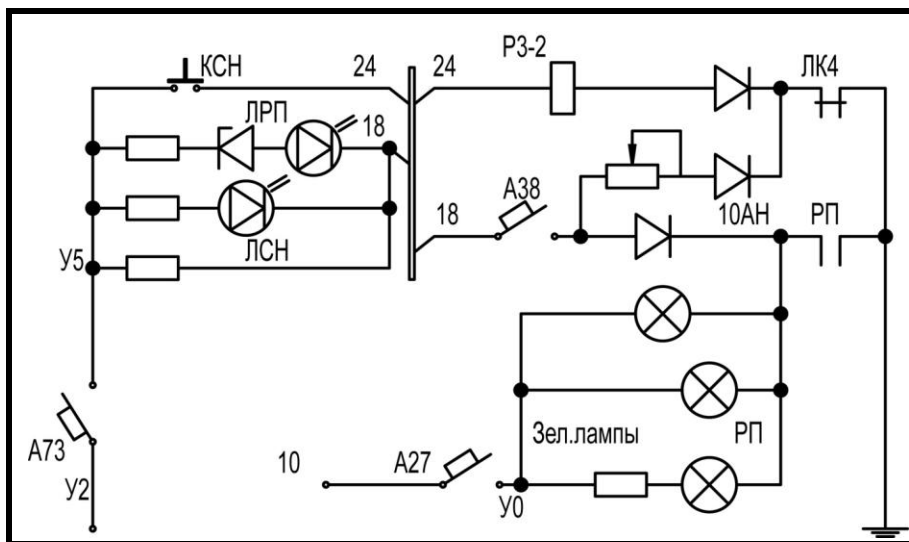


Рис.145 Схема сигнализации о срабатывании РП,БВ,ДР

Для определения неисправного вагона, главная рукоятка КВ должна быть оставлена в положении, при котором схема не собралась. Затем, необходимо на пульте управления (6-й блок) нажать на импульсную кнопку «Сигнализация неисправности» (КСН).

На том вагоне, где не собралась схема по цепи 24-го провода получит питание катушка реле РЗ-2. Произойдет принудительное отключение реле перегрузки РП (отключится реле РП возврат), что приведет к загоранию на боковых стенках кузова неисправного вагона зеленых ламп РП, а на пульте управления головного вагона дополнительно загорится сигнальный светодиод ЛРП, получая «землю» через замыкающий контакт РП (10АН-0) по цепи 18-го провода (см. рис.145). Если неисправен головной вагон, то на пульте управления в 5-м блоке дополнительно загорится и зеленая лампа РП.

Для восстановления РП необходимо главную рукоятку КВ перевести в нулевое положение, погаснут светодиоды ЛСН, ЛРП, и нажать на импульсную кнопку «возврат РП», расположенную в 5-м блоке пульта управления. Тогда по цепи 17-го провода получит питание катушка реле «РП возврат», якорь реле притянется к сердечнику и встанет на защелку. Разомкнется контакт РП в 18-м проводе (10АН-0), и погаснут зеленые лампы РП, замкнутся контакты РП в цепи 1-го, 20-го, Б7 проводов. РП восстановлено.

Схема восстановления РП, ВА, ДР представлена на рис.146.

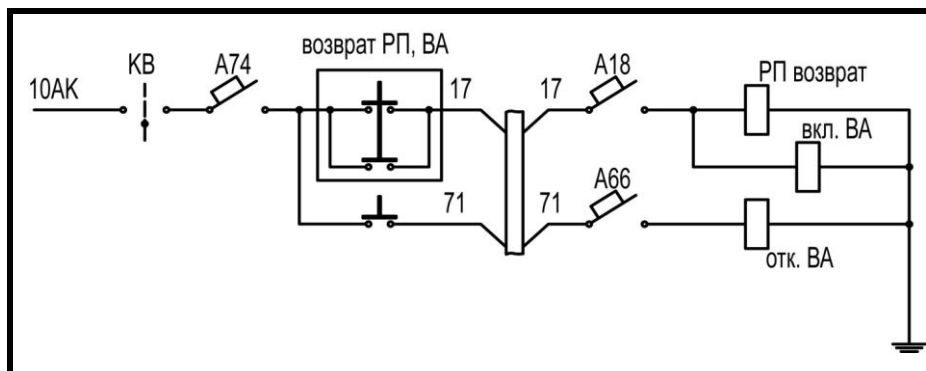


Рис.146 Схема восстановления РП

При отключении на любом вагоне в составе реле перегрузки, автоматического выключателя, дифференциальной защиты происходит воздействие на отключение реле «РП возврат». При этом на пульте управления головного вагона загорятся сигнальные светодиоды ЛСН и ЛРП, а на боковых стенках кузова неисправного вагона зеленые лампы РП. Для восстановления защиты (когда это разрешается) главную рукоятку КВ перевести в нулевое положение, погаснут светодиоды ЛСН, ЛРП, и нажать на импульсную кнопку «возврат РП». Бортовые зеленые лампы РП погаснут. РП восстановлено.

Сигнализация о срабатывании на вагоне пневматического или стояночного тормоза выполнена белой лампой, установленной в седьмом блоке пульта управления головных вагонов и оранжевыми лампами, установленными на боковых стенках кузовов всех вагонов.

Схема включения сигнализации стояночного и пневматического тормоза представлена на рис.147.

Цепь ламп сигнализации тормоза: 10-й провод, А27, замкнутые контакты ВК, 64-й провод, лампы на кузове, «земля».

После контактов ВК- диод, 64-й поездной провод, лампы на пульте управления головных вагонов, резистор, «земля».

Если затормозить один промежуточный вагон в составе, то после замыкания контактов концевого выключателя ВК, расположенного на блок-тормозе, на этом вагоне загорятся оранжевые лампы на кузове и через диод ток поступит на 64-й поездной провод. В головном вагоне на пульте управления загорятся белые сигнальные лампы.

При этом оранжевые лампы на кузовах других вагонов гореть не будут, ток к ним не пропускают диоды.

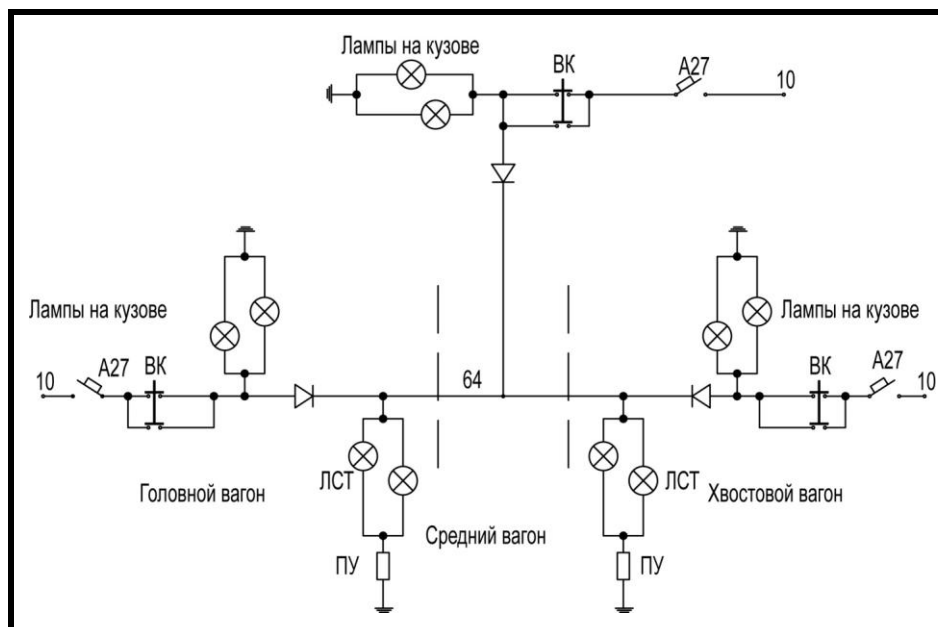


Рис.147 Электрическая схема сигнализации пневматического и стояночного тормоза

Глава 8 Вспомогательные цепи

8.1 Вспомогательные цепи напряжения контактной сети (ВЦНКС)

ВЦНКС включает в себя: источник питания (ДИП), мотор-компрессор (МК), блок управления двигателем компрессора (БУДК), нулевое реле (НР), печь отопления кабины, киловольтметр, контакторы КВЦ, КИ, КК, КУП.

ВЦНКС получают питание от контактного рельса после включения контактора КВЦ через предохранитель ПО на 40 А, ограничивающий резистор сопротивлением 3.84 Ом, замыкающий контакт КВЦ, провод А2 и индивидуальные высоковольтные предохранители П2, П4, П10, расположенные в ящике ЯП60.

Схема вспомогательной цепи напряжения контактной сети представлена на рис.148.

а) **Цепь мотор-компрессора и его защита.** Мотор-компрессор включается в работу электромагнитным контактором (КК), получая питание по цепи: А2, П2(10 А), резистор величиной 19,62 Ом, включенный контакт КК, катушка ТРК, БУДК, двигатель компрессора, «земля».

Защита- предохранителем П2, тепловым реле ТРК, блоком БУДК.

б) **Цепь нулевого реле и его защита.** Нулевое реле включается после подачи высокого напряжения на вагон, получая питание по цепи: А2, П10 (10А), резистор, катушка НР, «земля».

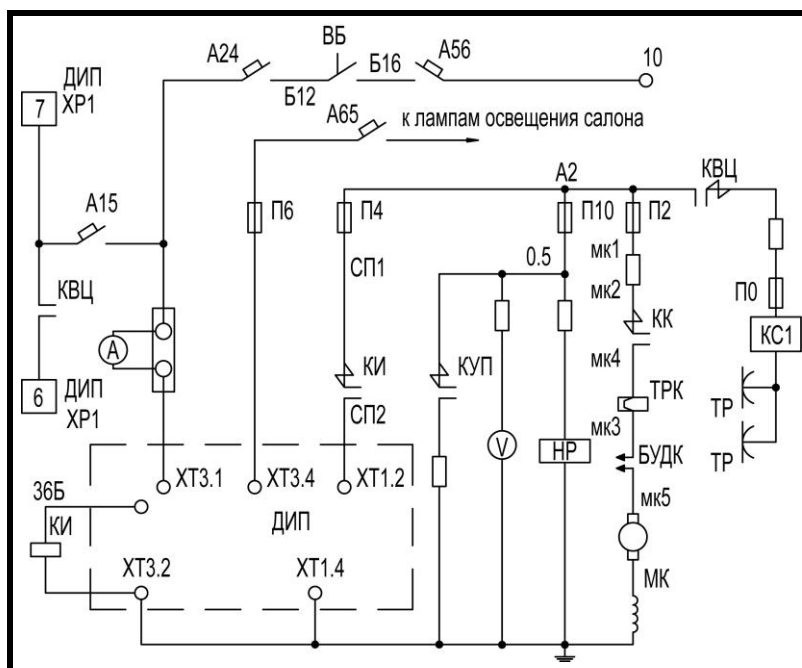


Рис.148 Электрическая схема ВЦНКС

Параллельно катушке НР, при условии включения контактора КВЦ, включен киловольтметр, который показывает напряжение в контактном рельсе.

Защита предохранителем П10.

в) **Цепь печи отопления и её защита.** Работа печи отопления управляется контактором управления печами (КУП). Катушка КУП получает питание при включении на вагоне выключателя батареи (ВБ) через автоматические выключатели А53 и А75.

После включения контактора КУП печь отопления получает питание по цепи: А2, П10 (10А), замкнутый контакт КУП, печь, «земля».

На пульте загорается сигнальная лампа КУП получая питание по цепи: +Б, А53, ВБ, замкнутый контакт КУП, сигнальная лампа, резистор, «земля».

Защита предохранителем П10. На вагонах 81-714.5М эта цепь отсутствует.

г) **Цепь блока питания ДИП и его защита.**

Источник питания ДИП подключается к контактному рельсу после включения контактора КИ, получая питание по цепи: А2, П4(30А), замкнутый контакт КИ, источник питания ДИП, «земля».

Защита предохранителем П4, бесконтактной электронной токовой защитой, автоматическими выключателями А24, А15 и А65.

Вспомогательная схема изображена на рис.149,150.

8.1.1 Работа источника питания ДИП

Источник питания ДИП является статическим инвертором преобразующим напряжение контактной сети 750 В в постоянное стабилизированное напряжение 80 В. От блока ДИП напряжением 80 В питаются низковольтные вспомогательные цепи и цепи управления, осуществляется подзаряд аккумуляторной батареи, подается питание 80 В на включение ламп освещения салона.

Источник питания ДИП подключается к контактному рельсу электромагнитным контактором КИ.

Источники питания ДИП на составе управляются тумблером ВБП, расположенном в первом блоке пульта управления. Тумблер ВБП имеет переключающий контакт, который в верхнем положении подает питание на 69-й поездной провод, а в нижнем положении соединяет 69-й провод с 36-м проводом. Если, например, в головной кабине тумблер ВБП включен, то в хвостовой кабине он должен быть отключен (или наоборот). Только при таком условии напряжение будет на 69-м и 36-м проводах, что вызовет включение контакторов КИ и подключение источников питания ДИП на всех вагонах в составе к контактному рельсу.

Включение источников питания ДИП контролируется по горячей лампе контроля включения преобразователя (ЛКВП) (см. рис.149).

Такое управление источниками питания ДИП выполнено с целью исключения необходимости отключения блоков при обороте состава на конечных станциях. В то же время такая схема управления позволяет отключить источники питания ДИП из любой кабины, переключением тумблера ВБП в противоположное положение.

При включении на вагоне выключателя батареи ВБ, контактора КВЦ напряжение аккумуляторной батареи поступает на клеммы ХТ3.1, ХТ3.2 и на клемму ХР1.6- вагонного сигнала включения источника.

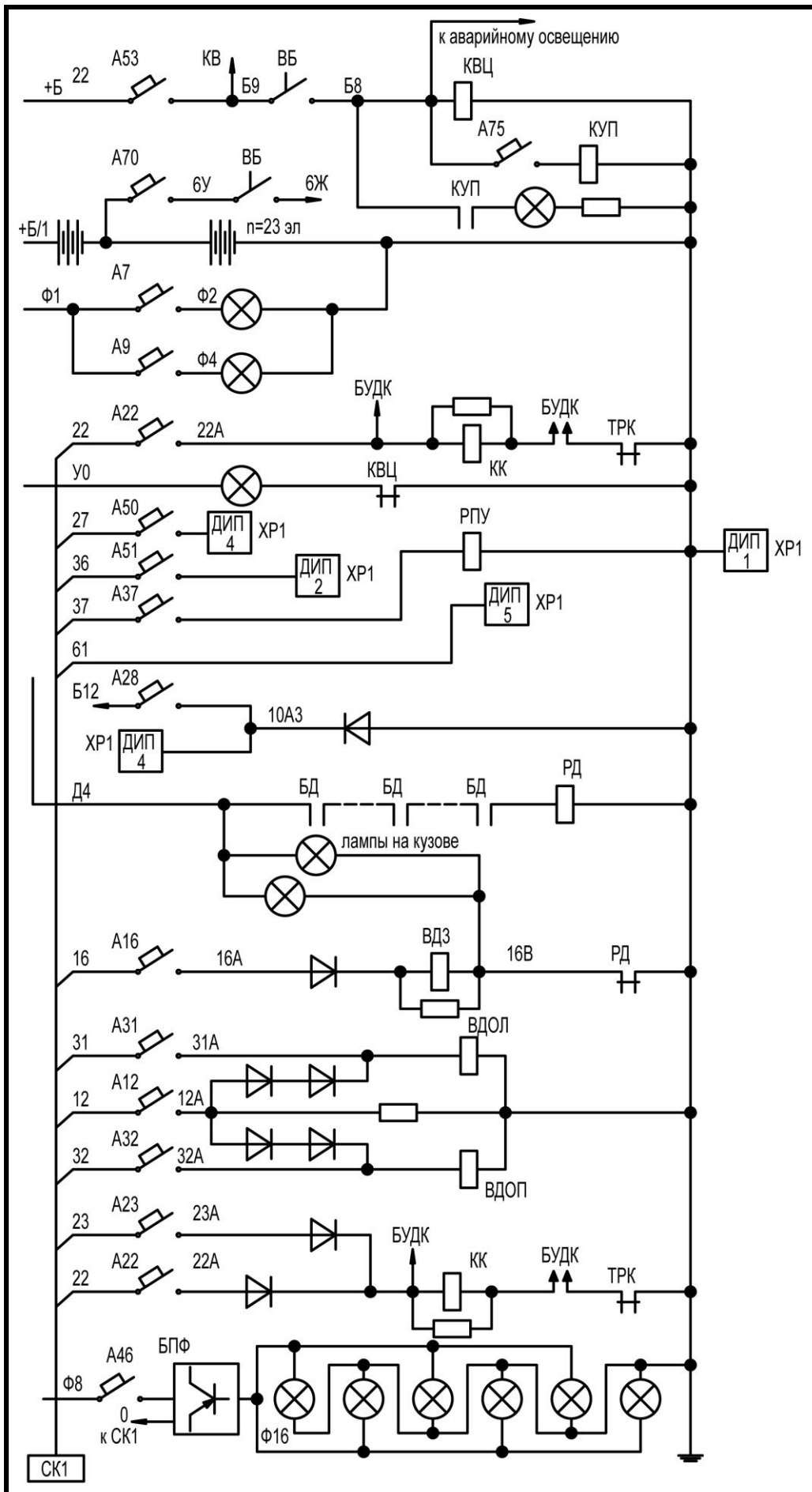


Рис.150 Вспомогательная схема вагонов серии 81-717.5М

При включении на пульте управления головного вагона тумблера ВВП (в хвостовой кабине тумблер ВВП отключен) поступает поездной сигнал включения источника на клеммы ХР1.2 каждого вагона. На каждом вагоне включается контактор КИ, подключая источник к контактному рельсу (наличие высокого напряжения на клеммах ХТ1.2 и ХТ1.4). Происходит запуск источника (рис 148). При этом в течение первых нескольких секунд длительность подаваемых управляющих импульсов на транзисторный модуль А3 плавно увеличивается от нуля до значения, обеспечивающего либо стабилизированное напряжение 78-82 В, либо значение выходного тока не превышающего токовую уставку 58-62 А. При напряжении на аккумуляторной батарее выше 75В загорается освещение салона, идет подзаряд аккумуляторной батареи.

Если в процессе работы источника температура его охладителя превысит 70°C, источник автоматически переключится на работу с пониженной токовой уставкой (38-42А). Если в результате снижения нагрузки охладитель остынет до 65°C, то токовая уставка вернется к первоначальному значению.

При повышении температуры охладителя более 85°C происходит прекращение работы источника. При остывании охладителя до 75°C происходит запуск источника с токовой уставкой (38-42А).

При превышении входным напряжением уровня 1070В источник выключается, а при последующем снижении входного напряжения до уровня 980В происходит запуск источника с токовой уставкой, соответствующей температуре охладителя на данный момент. При уменьшении входного напряжения ниже 470 В источник выключается, а при последующем увеличении напряжения до 520 В источник вновь запускается.

При аварийном превышении тока через транзисторы IGBT модуля А3 (например, пробой обмоток силовых трансформаторов) источник выключается с запоминанием выключенного состояния (до отключения аккумуляторной батареи на вагоне от источника). При этом выдается сигнал индикации отключения источника, на пульте управления загорается сигнальная лампа ЛЗП по цепи: 36-й провод, сигнальная лампа ЛЗП, 61-й поездной провод, ХР1.5 (ДИП) (см. рис.149).

Включение и выключение электронного ключа цепей освещения салона вагона происходит тумблером ВОС (освещение салона) в зависимости от напряжения на аккумуляторной батарее. Освещение салона включается при напряжении на аккумуляторной батарее больше 75В, отключается освещение салона при понижении напряжения на аккумуляторной батарее меньше 65В.

Освещение салона вагонов выполнено усовершенствованными светильниками типа С2-ЛЛ со встроенными преобразователями напряжения и лампами ЛБ-20Ж.

Светильники в салоне вагона разделены на две группы: светильники основного освещения (на головном вагоне -17 шт, на промежуточном -19 шт) и аварийного освещения (по 4 шт. на каждом вагоне).

Светильники аварийного освещения постоянно получают питание непосредственно от аккумуляторной батареи вагона по цепи (см. рис.149,150): +Б, А53, ВБ, провод Б8, лампы аварийного освещения, «земля».

В пассажирском салоне одновременно горят все светильники. В случаях отсутствия напряжения в контактной сети салон освещается 4-мя аварийными светильниками.

Для исключения разряда аккумуляторной батареи системой управления ДИП предусмотрена автоматическое отключение основного освещения через выдержку времени 3,5-4,5 сек. после снятия высокого напряжения с вагона.

8.2 Вспомогательные цепи напряжения батареи (ВЦНБ)

Источником питания ВЦНБ является щелочная аккумуляторная батарея, состоящая из 52-х элементов типа НКН-80 (KPL-55), размещенных в 13-ти модулях по 4-ре в каждом.

При проверке аккумуляторной батареи на вагоне под нагрузкой напряжение на ней должно быть не менее 65 В. Номинальное напряжение при включенном блоке ДИП должно быть в пределах 75-85 В. Провод «+Б» аккумуляторной батареи подключается к 10-му поездному проводу, провод «-Б» подключается в «земляную коробку». Все аккумуляторные батареи вагонов поезда подключены к 10-му проводу параллельно.

От короткого замыкания на 10-м проводе аккумуляторная батарея защищена автоматическим выключателем А56 и предохранителем П1 на 30 А.

Общая схема вспомогательных цепей представлена на рис.149,150.

Через предохранитель ПА1 (31,5 А) напряжение от аккумуляторной батареи поступает на провод +Б. От провода +Б напряжение подается:

- на провод 10А через А30 и ВБ от которого получают питания: привод РК, катушки вентилей ПТ, ПМ, ПС; катушки реле- РР, СР1, РВ1 (по цепи возврата); РУТ, авторежим.
- на катушки контакторов КВЦ, КУП, к лампам аварийного освещения через А53 и ВБ.
- на провод Б2 через ПА2 (31,5 А) по цепи питания резервного управления.
- на провод Б1.
- на цепь управления дверной сигнализации через ВБ, А13, провод Д4.
- на цепь включения блока ДИП через ВБ, А45, 69-й и 36-й провода.
- на цепь восстановления защиты ДИП через ВБ, А45, кнопку КЗП, 37-й провод.

От провода Б1 напряжение подается:

- на 10-й провод через два контакта ВБ и А56.

- на провод Б12.

От провода Б2 напряжение подается:

- на 23-й поездной провод для резервного включения мотор-компрессора через А44 и кнопку

КРМК.

- на провод ЗР при переходе на резервное управление через А39, контакты РП, контакты РРП1 и РРП2.

- на провод Б3 для питания контроллера резервного управления через А44.

От 10-го провода напряжение подается:

- на низковольтный вольтметр.

- на цепь управления мотор-компрессором через А10, выключатель ВМК, на синхронизирующий 44-й провод и параллельно через контакты регулятора давления на 22-й поездной провод.

- на три лампочки освещения отсеков через А11.

- на кнопку принудительного включения вентиля замещения №1 (ВЗ№1) по 48-му проводу через кнопку АВ1.

- на цепь включения ВЗ№1 по 48-му проводу при отключении автоматического выключателя управления (АВУ) через А11, контакт АВУ, диод, выключатель АВУ.

- на сигнальную лампу АВУ через А11 и размыкающий контакт АВУ.

- на цепь зеленых ламп РП, звонковую сигнализацию, освещение салона, сигнализацию о сработке пневматического и стояночного тормоза, освещение кабины через А27.

- на цепь управления дверями через А21 и провод Д.

- на цепь белых фар через А29 и провод Ф.

От провода Б9 напряжение подается:

- на цепь красных сигнальных огней через кулачковый элемент КВ на провод Ф1.

От провода Б12 напряжение подается:

- на цепь питания электронного блока автоматического выключателя (ВА) через П5 и А80.

- на провод Б12 поступает ток подзаряда аккумуляторной батареи, идущей от блока ДИП.

При включении на вагоне аккумуляторной батареи выключателем ВБ замыкаются шесть его

контактов:

- через два последовательно включенных контакта ВБ (Б1-Б12, Б12-Б16) подается питание на 10-й провод.

- через контакт ВБ (Б8-Б9) подается питание на включение контакторов КВЦ, КУП и на лампы аварийного освещения.

- через контакт ВБ (Б11-10А) подается питание на привод СДРК, катушки реле, катушки приводов аппаратов ПМТ и ППС.

- через контакт ВБ(6У-6Ж) подается питание на авторежимное устройство.

- через контакт ВБ (+Б-Д7) подается питание на цепь дверной сигнализации, на цепь управления блоком ДИП, на цепь восстановления защиты ДИП.

8.3 Управление мотор-компрессорами

При включении в первом блоке пульта управления тумблера включения мотор-компрессора (ВМК) напряжение с 10-го провода через А10, тумблер ВМК, поступает на 44-й поездной провод и через контакты включенного регулятора давления (АК) на головном и хвостовом вагонах в составе на 22-й поездной провод. В каждом вагоне включится контактор компрессора КК по цепи: 22-й провод, А22, диод, катушка КК, БУДК, размыкающий контакт ТРК, «земля».

Контактор КК замкнет свой контакт в цепи МК, подключая двигатель компрессора к контактной сети, и компрессор вступает в работу. Схема включения контактора КК изображена на рис.151.

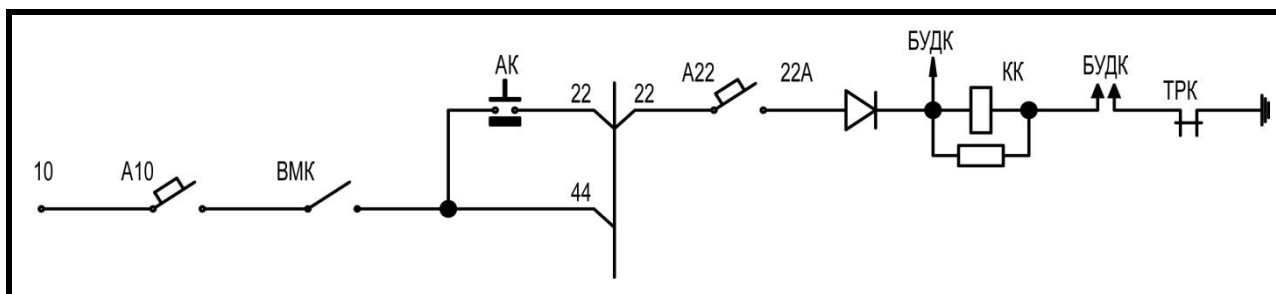


Рис. 151

При увеличении давления в напорной магистрали (НМ) до 8,2 атм. регулятор давления (АК) размыкает контакт в 22-м поездном проводе; отключаются контакторы КК и компрессора также отключаются от контактной сети на всех вагонах поезда.

При понижении давления в НМ до 6,3 атм. регулятор давления АК замкнет свой контакт, замыкая цепь 22-го поездного провода. Включаются контакторы КК и компрессора вновь вступают в работу.

Между проводами 44 и 22 включены регуляторы давления головных вагонов поезда. Регуляторы давления промежуточных вагонов в управлении компрессорами всего поезда не участвуют и действуют лишь при маневровых передвижениях вагонов.

На промежуточных вагонах автоматический выключатель А10 отключен.

При неисправности тумблера ВМК, регулятора давления АК, короткого замыкания в 22-м проводе для эвакуации поезда с линии на промежуточных вагонах могут быть включены компрессора по резервной цепи. При нажатии в 1-м блоке пульта управления на импульсную кнопку «Резервный пуск МК» (КРМК), получит питание 23-й поездной провод и только на промежуточных вагонах включится контактор КК по цепи: +Б, ПА2, А44, кнопка КРМК, СК1, 23-й поездной провод, А23, 23-й вагонный провод, диод (23А-22А), катушка КК, БУДК, замыкающий контакт ТРК, «земля».

Схема включения контактора КК при резервном управлении мотор-компрессорами представлена на рис.152.

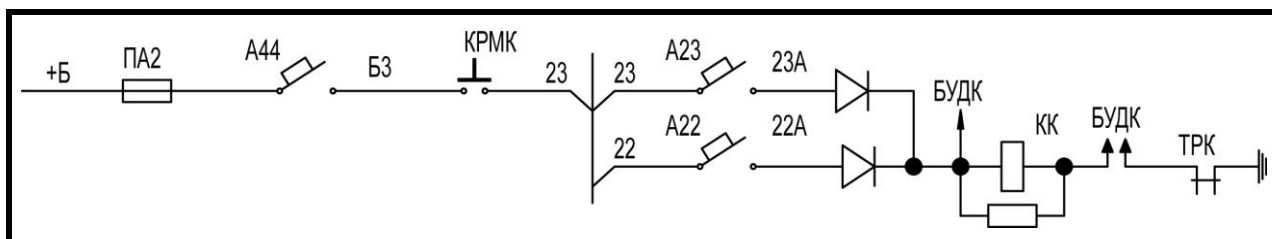


Рис. 152

Контактор КК замкнет свой контакт в цепи МК, подключая двигатель компрессора к контактной сети.

Регуляторы давления АК при резервном управлении компрессорами не работают. Поэтому, давление воздуха в НМ должен контролировать сам машинист по манометру.

При отпуске кнопки КРМК, обесточивается 23-й поездной провод, и двигатель компрессора отключается от контактной сети.

Мотор-компрессора на головных вагонах в составе работать не будут, ток на 22-й поездной провод не пропускают диоды.

Блок БУДК обеспечивает плавный пуск электродвигателя МК, поддержание номинального напряжения электродвигателя, защиту его от заклинивания компрессора.

8.3.1 Блок управления двигателем компрессора БУДК-2

Блок БУДК-2 предназначен для управления двигателем компрессора во всех режимах его работы (пуск с регулируемой уставкой тока, поддержание номинальных значений напряжения и тока, защита от заклинивания и разгона) при питании от контактной сети.

Технические данные

1. Напряжение входное, В	-550-975;
2. Напряжение выходное, номинальное, В	-550;
3. Ток выходной номинальный, А	-11,5;
4. Ток пусковой не более, А	-22;
5. Время непрерывной работы блока	
При номинальном выходном токе, не менее, ч	-1,5;
6. Масса не более, кг	-20.

Силовые цепи подключаются к клеммнику ХТ1 (ХТ1.1- «+» входного напряжения; ХТ1.2- «+» выходного напряжения; ХТ1.3- «земля»); цепи управления подключаются к вилке ХР1.

Работа блока

При наличии на клемме ХР1.1 напряжения бортового питания +80 В включается контактор компрессора КК. Контактор КК замыкает свой контакт в цепи МК. На клемму ХТ1.1 подается высокое напряжение и начинается режим пуска двигателя компрессора (см. рис.153). При этом регулятор поддерживает в выходной цепи пусковой ток, регулируемый в пределах от $I_{ном}$ до 22 А. По мере разгона двигателя длительность управляющего сигнала IGBT транзистора плавно увеличивается от 0 до значения,

обеспечивающего на выходе блока 550В. На этом пуск заканчивается, и блок переходит в номинальный режим работы с напряжением 550 В.

Если в течение 10 секунд напряжение на двигателе не достигнет 550 В (режим перегрузки или заклинивания двигателя) в плате А2 формируется сигнал «Перегруз», который инициирует отключение регулятора блока и контактора КК.

В случае возникновения перегрузки или заклинивания двигателя при его работе в номинальном режиме, противо-ЭДС двигателя и, следовательно, выходное напряжение блока начинает падать. При достижении выходным напряжением уровня 400 В в плате А3 также формируется сигнал «Перегруз» с последующим отключением блока.

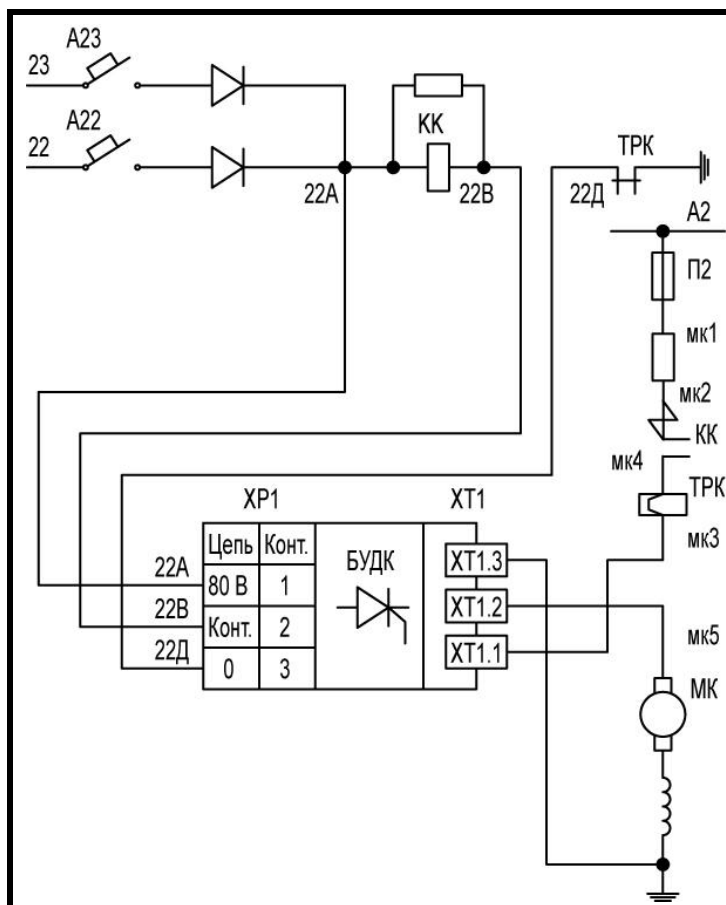


Рис.153 Схема управления двигателем компрессора

При проезде составом неперекрываемых токоразделов или при снижении входного напряжения до уровня меньше 520 А, в плате А2 формируется сигнал, инициирующий отключение регулятора блока, а при последующем повышении входного напряжения более 550 В начинается режим пуска двигателя.

Блок БУДК -2 устанавливается в подвагонном пространстве на держателе между ящиком аккумуляторной батареи и компрессором и крепится 4-мя болтами.

Изменение в схеме управления двигателем компрессора изображено на рис. 153.

8.4 Цепь управления и сигнализации положения дверей

Чтобы управлять дверями необходимо реверсивный вал КВ установить в положение «Вперед» или «Назад», замыкается кулачковый элемент провода «Д» и на кнопки управления дверями питание поступает по цепи: 10-й провод, А21, провод «Д», КЭ провода «Д», провод «Д1», кнопки управления дверями.

Схема управления и сигнализации положения дверей изображена на рис.149,150.

Выключатель переключения дверей «ВПД» имеет две пары контактов и при его переключении питание подается к кнопкам открытия левых или правых дверей. В эти кнопки, установленные в 5-м и 7-м блоках пульта управления, вмонтированы лампочки. После переключения ВПД в кнопках открытия левых или правых дверей загорается подсвет, указывая какую сторону дверей следует открывать.

Общая защита А21, вагонная защита- А12, А16, А31, А32; защита дверной сигнализации А13.

Перед тем как открывать двери необходимо отключить один из выключателей закрытия дверей ВУД1 или ВУД2, сняв напряжение с 16-го провода, чтобы при открытии дверей они вновь не закрывались.

После этого нажать на импульсную кнопку «открытия левых дверей» (КДЛ). Получит питание катушка дверного воздухораспределителя (ДВР) открытия левых дверей по цепи: Д1, ВПД, провод 31Я, КДЛ, СК1, 31-й поездной провод, А31, 31-й вагонный провод, катушка ДВР, «земля».

Двери откроются с левой стороны вагона.

Чтобы открыть правые двери необходимо переключить выключатель ВПД и нажать на импульсную кнопку «открытия правых дверей» (КДП), получит питание катушка ДВР «открытия правых дверей» по цепи: Д1, ВПД, провод 32Я, КДП, СК1, 32-й поездной провод, А32, 32-й вагонный провод, катушка ДВР, «земля».

Двери откроются с правой стороны вагона.

При включении выключателя закрытия дверей ВУД1 или ВУД2 получает питание катушка ДВР закрытия дверей по цепи: Д1, ВУД1, ВУД2, СК1, 16-й поездной провод, А16, 16 вагонный провод, диод, катушка ВД3, размыкающий контакт РД, «земля».

Двери закрываются.

В случае невозможности закрыть двери по 16 проводу, двери можно закрыть по 12 проводу. При нажатии на импульсную кнопку «резервное закрытие дверей» (КРЗД) одновременно получают питание вентильные катушки ДВР открытия левых и правых дверей по цепи: Д1, КРЗД, СК1, 12 поездной провод, А12, 12 вагонный провод, провод 12А, диодная развязка вентилей, катушки ДВР ВДОЛ и ВДОП, «земля».

Двери закрываются.

Если на каком либо вагоне произойдет обрыв диодной развязки, то двери на этом вагоне от кнопки КРЗД все равно закроются. Катушки ДВР ВДОЛ и ВДОП будут получать питание по поездному проводу.

Сигнализация о закрытии дверей в поезде осуществляется по схеме с активным сигналом. По этому принципу при закрытом положении дверей во втором блоке пульта управления горит сигнальная лампа дверной сигнализации (ЛСД) и включается реле контроля дверей КД, от которого зависит сбор схемы на «Ход» и отправление поезда со станции. Любое нарушение в схеме сигнализации дверей обесточивает лампы ЛСД и реле контроля дверей КД.

Схема дверной сигнализации представлена на рис. 154.

Для контроля сигнализации положения дверей над каждым дверным проемом установлена дверная блокировка, контакты которой замкнуты при закрытых дверях и разомкнуты при открытых. Контакты дверных блокировок на каждом вагоне соединены последовательно и в их цепь включена катушка реле дверей – РД. Реле РД имеет два контакта: размыкающий и замыкающий. Размыкающий контакт РД включен в цепь 16 провода и обеспечивает обрыв цепи питания катушки ДВР «закрытие дверей» при закрытых дверях. Замыкающие контакты РД всех вагонов включены в кольцевую последовательную цепь, образуемую по всему поезду проводами 28 и 15, для контроля дверей вагонов поезда.

Последовательная цепь контроля положения дверей поезда начинается на головном вагоне и заканчивается там же лампой ЛСД и реле КД. В эту цепь входят: на головном вагоне: +Б, ВБ, А13, провод Д4, КЭ КВ, замкнутый на положении ВП или НА3, 28 провод, последовательно включенные замыкающие контакты РД, включенные в разрез 28 провода на всех вагонах в составе. На хвостовом вагоне: 28 провод, КЭ КРУ и КВ, замкнутые в положении «ноль», 15 поездной провод всех вагонов, с возвратом на головной вагон к параллельно включенным лампам ЛСД и катушке КД, «земля». При этом в хвостовом вагоне также включено реле КД и горят лампы ЛСД при закрытых дверях.

Включение реле КД возможно только в случае, когда главный вал КВ будет находиться в положении «ноль» или в любом тормозном положении. После включения реле КД замыкаются его контакты, шунтирующие положение главной рукоятки КВ. Это условие направлено на исключение возможности самохода поезда в нестандартных ситуациях.

Кроме того, замыкается контакт КД в схеме управления в цепи 33 провода, подготавливая цепь включения реле РВ2 для сбора схемы ходового режима.

Для сигнализации неисправности дверных блокировок на боковых стенках кузова каждого вагона установлены белые лампы (120 В на 15 Вт).

При открытых дверях, контакты дверных блокировок разомкнуты, белые лампы на кузове горят. При закрытых дверях, контакты дверных блокировок замкнуты, белые лампы на кузове гаснут. Цепь ламп: +Б, ВБ, А13, провод Д4, лампы на кузове, размыкающий контакт РД, «земля».

При неисправности дверной сигнализации лампы ЛСД на ПУ головного вагона не горят, реле КД не включается и схема на «Ход» не собирается.

Для вывода неисправного состава с линии необходимо в седьмом блоке пульта управления включить тумблер ВАД, шунтирующий контакт КД в 33 проводе в цепи реле РВ2 (см. рис. 136).

При переходе на управление поездом от КРУ на кнопки управления дверями питание поступает по цепи: +Б, ПА, П11, А44, провод Б3, КРУ, А17, КРУ, провод Д1, кнопки управления дверями.

5 Цепь красных сигнальных огней фонарей

Красные сигнальные огни ограждают хвостовой вагон поезда.

Чтобы горели красные сигнальные огни необходимо реверсивный вал КВ установить в положение «0» или «Назад». Тогда от провода +Б, через А53, провод Б9, замкнутый КЭКВ, питание поступает на провод Ф1 и далее к двум лампам красных сигнальных огней, включенных параллельно. Защита каждой цепи автоматическим выключателем А7 и А9. Лампы 120 В на 15 Вт.

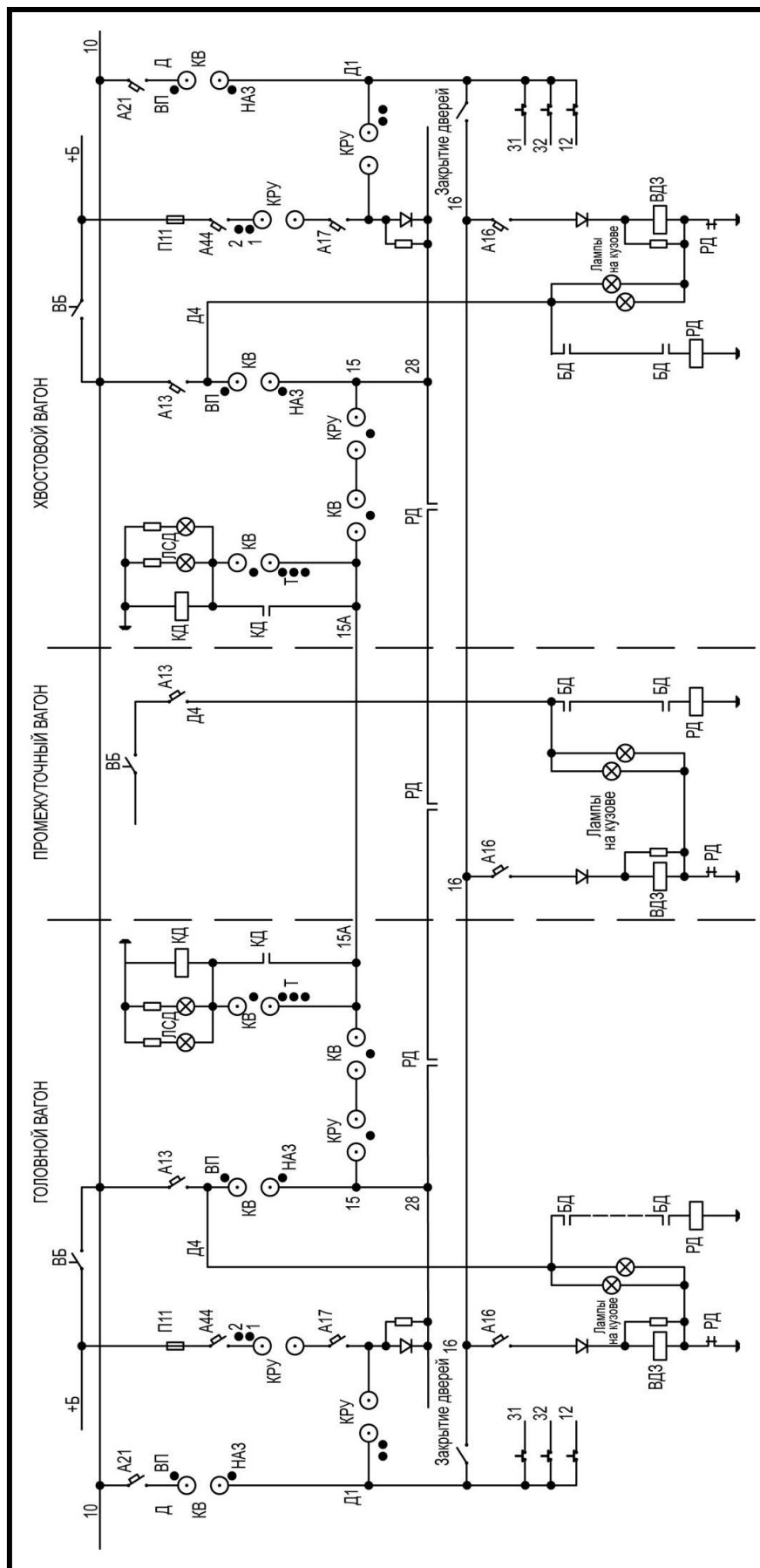


Рис.154 Электрическая схема дверной сигнализации

8.6 Цепь белых сигнальных огней фонарей

Белые сигнальные огни фонарей предназначены для освещения тоннеля и пути во время движения поезда. Комплект белых сигнальных огней фонарей состоит из шести фар типа А24-55х50, соединенных между собой параллельно.

Чтобы горели белые сигнальные огни фонарей необходимо реверсивный вал КВ установить в положение «Вперед», замыкается кулачковый элемент провода Ф и питание с 10-го провода через А29, провод Ф, КЭ провода Ф, поступает на провод Ф7, включенный тумблер фар ВФ и далее по проводу Ф8, А46 на блок питания белых сигнальных фонарей БПФ, лампы, «земля». Лампы 24В на 55х50 Вт. (рис.149).

При переходе на управление от КРУ белые сигнальные огни фонарей получают питание по цепи: +Б, ПА2, А44, провод БЗ, КРУ, А17, КРУ, провод Ф7, тумблер ВФ, провод Ф8, А46, блок БПФ, лампы, «земля».

8.7 Цепь освещения отсеков

Цепь освещения отсеков смонтирована только на головных вагонах и состоит из трех последовательно включенных ламп 26 В на 25 Вт. Одна лампа установлена в кабине машиниста, а две в аппаратных отсеках АРС. Питание лампы получают по цепи: 10-й провод, А11, лампы, «земля».

8.8 Цепь освещения кабины.

Освещение кабины выполнено лампой накаливания РН-120-16, расположенной в верхней части кабины. Включается в работу от 10-го провода при включении на пульте выключателя освещения кабины через А27.

8.9 Цепь звонковой сигнализации

Цепь звонковой сигнализации смонтирована только на головных вагонах. При включении в 6-м блоке пульта управления кнопки звонка КЗ, а также при выдачи команды от системы АРС на электрическое торможение, подается питание на 7-й поездной провод, от чего в кабинах поезда звонит тонально-вызывное устройство. (рис.149).

При работе на маневрах и в ряде других случаев машинисты, находящиеся в противоположных кабинах состава, подают друг другу установленные сигналы при помощи ТВУ. Защита А27.

8.10 Управление токоприемниками ТР-7Б

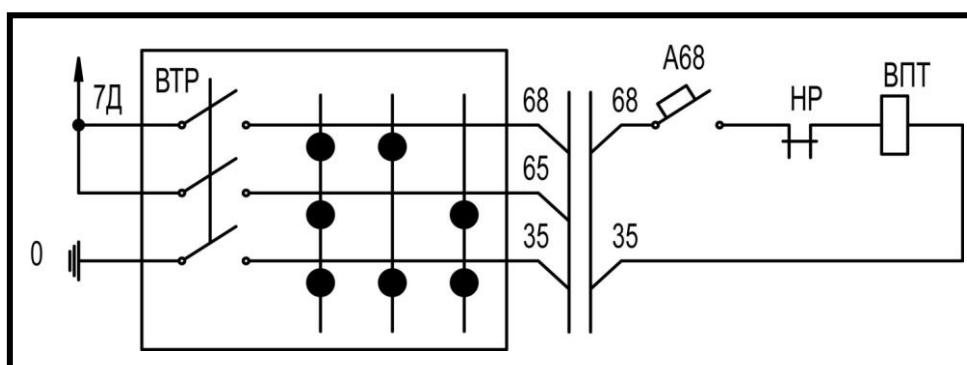


Рис.155 Схема управления токоприемниками ТР-7Б

Управление положением токоприемников типа ТР-7Б осуществляется пакетным переключателем ВТР, установленным в головных вагонах. Пакетный переключатель ВТР имеет четыре фиксированных положения. При включении

ВТР в 3-е (головной) или 2-е (хвостовой) положения замыкающими контактами переключателя подается питание или на 65 или на 68 поездные провода, а при постановке ВТР в 1-е положение - на 65 и 68 провода одновременно (см. рис. 155).

При этом на вагоне поезда через А68, размыкающий контакт НР (отсутствие высокого напряжения на вагоне) получает питание катушка электропневматического вентиля ВПТ по цепи: +Б, ПА1, ВБ, 10 пр., А48, пр. 7Д, ВТР, 65 или 68 провода, А68, НР, катушка ВПТ, 35 поездной провод, контакты ВТР, "земля".

Монтаж 65 и 68 проводов выполнен по перекрещивающейся схеме, позволяющей проводить избирательность вагонов по отжатию токоприемников. При включении переключателя ВТР в 3-е (головной) положение будут отжиматься токоприемники с двух сторон на тех вагонах, которые вцеплены в поезд в том направлении, что и головной вагон. При включении переключателя ВТР во 2-е положение (хвостовой) будут отжиматься ТР с двух сторон на тех вагонах, которые вцеплены в поезд в том направлении, что и хвостовой вагон.

При включении переключателя ВТР в 1-е положение будут отжиматься ТР с двух сторон всех вагонов поезда.