

УПЦ



# Электрическое оборудование

Учебное пособие  
для машинистов электропоездов  
по вагонам 81-740/741



Учебно – производственный центр  
Московского метрополитена





От авторов:

Книга является учебным пособием для подготовки и повышения квалификации машинистов и помощников машинистов в системе профессионально-технического образования и может быть полезна на практике машинисту электропоезда метрополитена. Учебное пособие предназначено для преподавателей УПЦ, машинистов и слесарей по ремонту подвижного состава, а также может быть полезна для ИТР службы подвижного состава и электродепо. Дано описание и работа электрооборудования вагонов серии 81-740, 81-741 («Русич»). Рассмотрена работа электрических цепей вагона, работа схем управления. Разработаны и вычерчены схемы управления и резервного управления поездом.

Авторы выражают благодарность машинистам-инструкторам электродепо «Варшавское» и «Красная Пресня» т.т. Белову Д.В. и Лобанову А.Н., давшим ряд практических советов по эксплуатации вагонов серии 81-740, 81-741 и оказании помощи в процессе подготовки учебного пособия.

Предложения и пожелания просим направлять по адресу: Москва, 117556, Варшавское шоссе, д.93. Учебно-производственный центр Московского метрополитена.

#### Список литературы.

1. Гаврилов Я.И, Мнацаканов В.А. Вагоны метрополитена с импульсными преобразователями. Транспорт. 1986. Стр.12-14, 216-217.
2. Данилов Е.Б. Вагоны метрополитена. Модели 81-720, 81-721. Практическое руководство по изучению и эксплуатации. Москва 1998г.
3. Бородин Ю.П. Машинист электрического крана. Металлургия.1965г. Стр. 120-134.
4. Грицаев А.И. Комплект электрического асинхронного тягового привода вагонов метрополитена. КАТП-1. Москва.2004г.

## Основные сведения по электротехнике.

### Электрический ток.

Окружающие нас вода, воздух, металлы, минералы и т.д. состоят из мельчайших частиц - молекул. Молекула является самой маленькой частицей данного вещества, которая сохраняет все его свойства (плотность, удельную теплоемкость, химический состав и другие свойства). Каждая молекула состоит из атомов отдельных химических элементов (Рис.1).

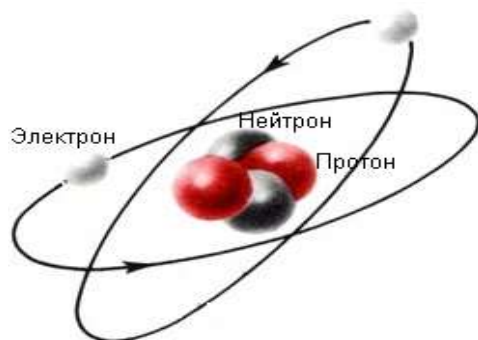


Рис.1 Строение молекулы

Например, молекула воды  $H_2O$  состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Каждый атом состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов, вращающихся по своим орбитам вокруг ядра. Почти вся масса атома сосредоточена в положительно заряженном ядре. Электроны же имеют ничтожно малую массу.

Материалы, хорошо проводящие электрический ток (медь, сталь, уголь и т.д.) называют проводниками. Материалы, плохо проводящие электрический ток (стекло, фарфор, эбонит), называют изоляторами.

В проводниках, помимо электронов, связанных с ядром атома, имеются еще так называемые электроны проводимости. Эти электроны при приложении внешних сил в виде разности потенциалов могут быть свободными и оторваться от ядра. Движение этих электронов называют электрическим током. О наличии электрического тока можно судить по неизменно сопутствующим электрическому току явлениям: отклонению стрелки компаса поднесенному к проводнику, нагреванию проводника электрическим действием тока и т. д.

В связи с тем, что электроны являются носителями отрицательного заряда, они всегда движутся от отрицательного полюса к положительному. Условно направление электрического тока принято считать обратным направлению движения электронов.

Таким образом, электрический ток течет от положительного полюса к отрицательному от плюса (+) к минусу (-).

В схемах принято изображать направление тока - от себя кружком с крестиком



направление на себя - кружком с точкой



Электрический ток протекает по проводнику под действием разности потенциалов на концах этого проводника. Разность потенциалов иначе называется электродвижущей силой или напряжением. Электродвижущая сила и напряжение измеряются в вольтах (обозначается  $v$ ). Количество электронов, проходящих через поперечное сечение проводника, служит мерой величины силы тока. Единицей силы тока является ампер (обозначается  $a$ ). Электроны проводимости, переносящие заряд от отрицательного полюса к положительному, при своем движении все время сталкиваются с молекулами и атомами проводника, находящимися в беспорядочном движении.

Эти столкновения затрудняют движение электронов проводимости и, следовательно, препятствуют электрическому току. Свойство проводников препятствовать прохождению электрического тока называется сопротивлением проводника.

За единицу сопротивления принят ом (обозначается *ом*). Сопротивление проводника равно 1 ом, если при подключении его на напряжение в 1 в по нему потечет ток в 1 а.

Сопротивление проводника зависит от материала, длины и площади поперечного сечения проводника. Материал проводника характеризуется удельным сопротивлением, представляющим собой сопротивление проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>. Эта зависимость сопротивления проводника от его размеров и материала выражается формулой:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad R - \text{сопротивление проводника, } \text{ом}; \quad l - \text{длина проводника, } \text{м};$$

$S$  - площадь поперечного сечения проводника, мм<sup>2</sup>;

$\rho$  - удельное сопротивление проводника, ом·м/мм.

Сопротивление проводника увеличивается при удлинении проводника и уменьшении его сечения.

Пример: Определить сопротивление медного провода длиной 120 м к сечением 6 мм<sup>2</sup>.

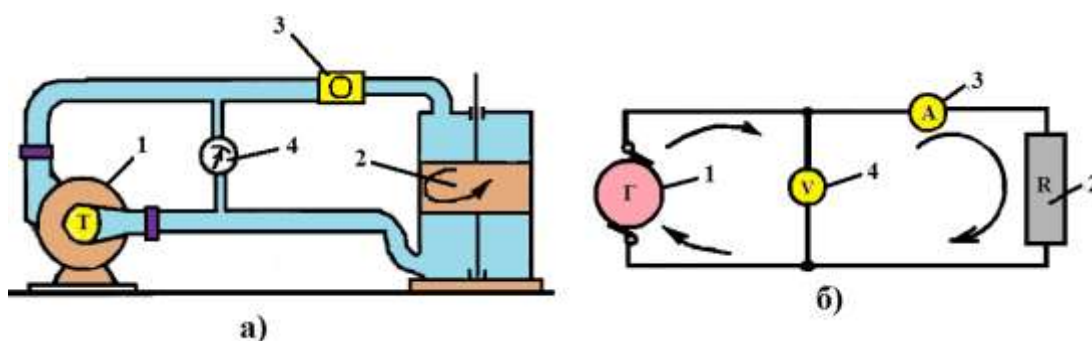
Удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0175 \text{ ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0,0175 \frac{120}{6} = 0,35 \text{ ом}.$$

Удельное сопротивление проводника зависит от его температуры. С повышением температуры удельное сопротивление металлов увеличивается.

### Основные законы электрического тока.

Чтобы понять законы электрического тока, условно распространим законы движения жидкости по трубам на электрическую цепь.



Схемы гидравлической системы и электрической цепи: а) гидравлическая система: 1 — насос; 2 — турбина; 3 - расходомер; 4 — манометр; б) — электрическая цепь: 1 - генератор электрического тока; 2 -сопротивление; 3 - амперметр; 4- вольтметр.

Чем больше будет разность давления жидкости, создаваемая насосом, и чем меньше будет сопротивление протеканию жидкости (чем больше будет сечение труб), тем больше жидкости пройдет по трубе.

В электрической цепи движение электронов происходит под воздействием электродвижущей силы (э.д.с.), создаваемой генератором электрического тока.

Чем больше будет э.д.с. генератора, тем больше пройдет электричества в единицу времени.

Как в гидравлической системе при движении жидкости давление падает по мере удаления от водонапорного бака (Рис.2), (часть давления расходуется на преодоление трения о стенки трубы), так и электродвижущая сила источника тока идет на преодоление сопротивления электрической цепи.

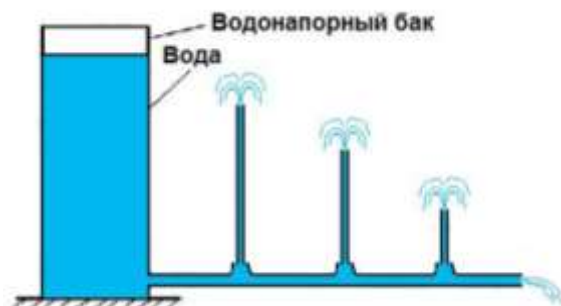


Рис. 2 Зависимость давления напора воды

Часть э.д.с., идущей на преодоление сопротивления отдельных участков цепи, в том числе и в самом генераторе, называют падением напряжения.

Чем больше удален генератор от потребителя, тем больше падение напряжения в питающей цепи, тем меньше величина напряжения у потребителя электрической энергии.

Падение напряжения измеряется, как и напряжение, в вольтах.

### Закон Ома.

Приложенное к цепи напряжение, протекающий по цепи ток и сопротивление цепи связаны между собой определенным соотношением, которое называется законом Ома, по имени открывшего его ученого.

Закон Ома гласит: сила тока, протекающего по цепи, прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению цепи.

Закон Ома выражается формулой

$$i = \frac{U}{R}, \text{ где: } i - \text{ сила тока, а; } U - \text{ напряжение в сети, в, } R - \text{ сопротивление, ом.}$$

Для определения напряжения и сопротивления цепи эту формулу можно представить так:

$$U = i \cdot R; \quad R = \frac{U}{i};$$

Пример: Определить силу тока, если в цепи с сопротивлением 12 ом приложено напряжение 120 в ?

$$i = \frac{120}{12} = 10 \text{ а.}$$

## Режимы работы электрических цепей.

- Режим короткого замыкания (**КЗ**). Если полюса генератора замкнуть проводником с малым сопротивлением, то при  $R=0,1$  ом и  $U=200$  в по цепи пройдёт недопустимо большой ток, что приведёт к выходу генератора из строя:  $I_{к.з.} = 200 : 0,1 = 2000$  а.
- Режим холостого хода. Если цепь с генератором разомкнута, то сила тока в цепи будет равна нулю.
- Режим нагрузки. Если цепь замкнута, то по ней проходит ток, зависящий от сопротивлений, включённых в данную цепь:  $I = \frac{U}{R + r}$ , где  $R$  – сопротивление цепи,  $r$  – внутреннее сопротивление генератора.

## Первый закон Кирхгофа.

Если к одной точке подвести несколько проводников и несколько вывести, то сумма токов, подходящих к узлу, будет равна сумме токов, отходящих от узла:  $I_1 + I_2 = I_3$

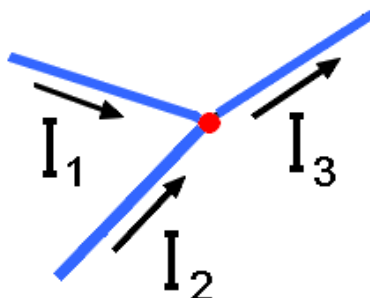
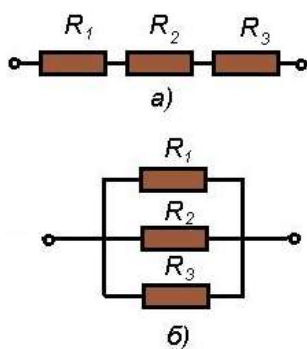


Рис.3 Первый закон Кирхгофа

Алгебраическая сумма токов в общей точке будет равна нулю (Рис.3). Токи в параллельных цепях будут распределяться в зависимости от сопротивления каждой цепи, то есть, при одинаковом сопротивлении двух параллельных цепей ток между ними будет разделяться поровну.

## Последовательное и параллельное соединение проводников.

Последовательным соединением проводников называют такое соединение, при котором конец первого проводника соединен с началом второго, конец второго проводника соединен с началом третьего и т. д.



Соединение проводников:  
а - последовательное; б - параллельное.

Общее сопротивление цепи, состоящей из нескольких последовательно соединенных проводников, равно сумме сопротивлений отдельных проводников. Ток при последовательном соединении одинаков на всех участках такой цепи. Подсчет общего сопротивления цепи при последовательном соединении производится по формуле:

$$R_{\text{об.}} = R_1 + R_2 + R_3$$

где:  $R$  – общее сопротивление цепи;

$R_1, R_2, R_3$  – сопротивление последовательно соединенных проводников.

Параллельным называют соединением проводников, при котором начала всех проводников соединены в одну точку, а концы в другую точку.

В параллельном соединении ток распределяется по нескольким ветвям обратно пропорционально сопротивлению каждой ветви.

При параллельном соединении проводников общее сопротивление определяется по формуле:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \text{ где: } R - \text{общее сопротивление; } R_1, R_2, R_3 - \text{сопротивления отдельных}$$

ветвей.

Общий ток при параллельном соединении равен сумме токов, протекающих по отдельным проводникам, и определяется по формуле:

$$i = i_1 + i_2 + i_3, \text{ где: } i - \text{сила общего тока; } i_1 - \text{сила тока в первом проводнике; } i_2 - \text{сила тока во втором проводнике; } i_3 - \text{сила тока в третьем проводнике.}$$

Пример: Найти общее сопротивление трех параллельно включенных проводников:  $R_1 = 2 \text{ ом}; R_2 = 4 \text{ ом}; R_3 = 8 \text{ ом}.$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{4+2+1}{8} = \frac{7}{8} \text{ ом. } R = \frac{8}{7} = 1,14 \text{ ом.}$$

### Закон Джоуля - Ленца.

При пропускании электрического тока через проводник последний нагревается. Закон Джоуля - Ленца, названный так по имени английского ученого Джоуля и русского ученого Ленца, устанавливает зависимость между силой тока, сопротивлением, временем прохождения тока через проводник и количеством тепла, выделяющимся в проводнике за это время.

$Q = i^2 \cdot R \cdot t$  дж, где  $Q$ —количество тепла, дж (кал);  $i$  - сила тока в проводнике, а  $R$  – сопротивление цепи, ом;  $t$  – время, сек.

Пример: Определить количество тепла, выделенное током, если  $i = 5$  а,  $R = 6$  ом,  $t = 8$  с.

$$Q = i^2 \cdot R \cdot t = 5^2 \cdot 6 \cdot 8 = 1,2 \text{ кдж (288 кал).}$$

### Мощность и работа электрического тока.

Мощность измеряется работой, произведенной в единицу времени.

Мощность электрического тока ( $P$ ) определяется как произведение силы тока  $i$  на напряжение  $U$ :

$$P = U \cdot i.$$



Единицей мощности является ватт ( $вт$ ), равный мощности электрического тока при напряжении в один вольт и токе силой в один ампер:

$$1 \text{ вт} = 1 \text{ в} \cdot 1 \text{ а.}$$

Если величина напряжения неизвестна, но известно сопротивление цепи  $R$ , то мощность можно определить по формуле:

$$P = i^2 \cdot R,$$

которая получается из формулы  $P = U \cdot i$ , если вместо  $U$  подставить его выражение по закону Ома  $U=IR$ . Если же неизвестна сила тока, но известны напряжение в цепи и сопротивление ее, то мощность определяется по формуле:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Для употребления в технике величина 1вт слишком мала, поэтому для измерения мощности применяют единицу в 1000 раз большую, называемую киловаттом (квт)

$$1 \text{ квт} = 1000 \text{ вт}$$

Пример: Через электрическую печь проходит ток силой в 22,8 а при напряжении в 220в.

Определить мощность печи.

$$P = U \cdot I = 220 \cdot 22,8 = 5000 \text{ вт} = 5 \text{ квт.}$$

### Электромагнитное поле.

Магнитами называют тела, способные притягивать и удерживать железные и стальные предметы.

Концы магнита, обладающие наибольшей силой притяжения, называют полюсами магнита. Каждый магнит имеет два полюса. Различают северный и южный полюсы магнита (соответственно магнитным полюсам земного шара). Северный полюс обозначают буквой  $N$ , южный полюс - буквой  $S$ .

Пространство вокруг магнита, в котором обнаруживается действие магнитных сил, называется магнитным полем. Магнитное поле условились характеризовать силовыми линиями, которые имеют следующие свойства:

- Магнитные силовые линии образуют замкнутые контуры
- Внутри магнита эти линии идут от южного полюса к северному, а в окружающем магнитном пространстве - от северного к южному
- Магнитные силовые линии стремятся укоротиться по своей длине, т. е. обладают свойством продольного натяжения
- Магнитные силовые линии стремятся воздействовать друг на друга в перпендикулярном к их длине направлении (обладают свойством бокового распора)
- Магнитные силовые линии никогда не пересекаются между собой

В действительности силовых линий не существует: они условно принимаются лишь для того, чтобы наглядно представить картину поля и на основании этого определить поведение различных предметов в этом поле.

Плотность магнитного поля характеризуется магнитной индукцией. Обозначают магнитную индукцию буквой  $B$ .

Условились, считать величину магнитной индукции в данной точке поля равной числу силовых линий поля, проходящих через площадку  $1\text{см}^2$ , расположенную в этой точке перпендикулярно силовым полям.

При излучении магнитных явлений часто пользуются понятием «магнитный поток». Магнитный поток равен произведению магнитной индукции на величину площадки, расположенной перпендикулярно силовым линиям, через которую проходит данный поток. Обозначается магнитный поток буквой  $\Phi$ , измеряется он в максвеллах (мкс). При пропускании электрического тока через проводник, вокруг последнего образуется поле, называемое электромагнитным.

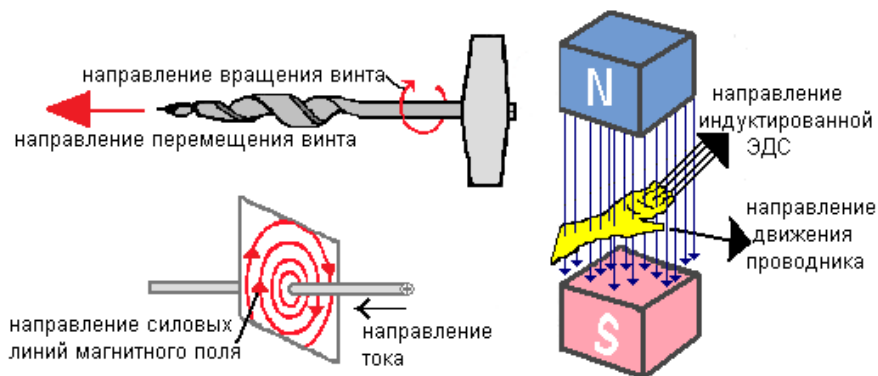


Рис. 4 Направление магнитных силовых линий

Чтобы определить направление магнитных силовых линий вокруг проводника с током, используют так называемое правило буравчика, которое читается так: если ввинчивать буравчик в направлении движения тока, то направление вращения рукоятки буравчика укажет направление магнитных силовых линий, создаваемых током (Рис.4).

Если перемещать в магнитном поле замкнутый проводник таким образом, чтобы он пересекал магнитные силовые линии, то в нем возникнет ЭДС, под действием которой в проводнике потечет электрический ток. Такой же эффект будет, если перемещать поле относительно неподвижного проводника.

Для определения направления этого тока служит правило правой руки (Рис.5): если правую руку поместить в магнитное поле так, чтобы ладонь была направлена навстречу силовым линиям поля, а отогнутый большой палец совпадал с направлением движения проводника, то остальные вытянутые четыре пальца укажут направление электрического тока.

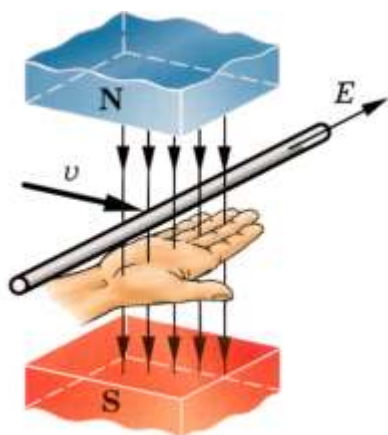


Рис. 5 Правило правой руки

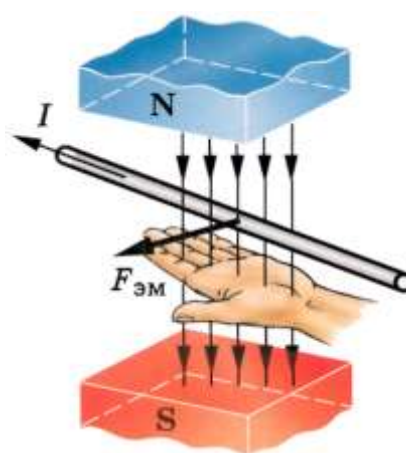


Рис. 7 Правилем левой руки

Величина наведенной ЭДС тем больше, чем больше силовых линий будет пересекать проводник в единицу времени, т.е. чем больше скорость движения проводника, чем длиннее часть проводника, находящегося в поле, и чем сильнее поле.

Если же проводник неподвижен относительно силовых линий магнитного поля или движется вдоль силовых линий, то силовые линии не будут пересекаться и, следовательно, ЭДС наводиться не будет. ЭДС появляется в проводнике не только при движении, проводника в магнитном поле, но также во всех случаях изменения магнитного поля, когда силовые линии пересекают проводник. Можно сказать, что в контуре, образованном замкнутым проводником, всегда индуцируется (возникает), электродвижущая сила при изменении магнитного поля, охватываемого этим контуром.

Направление индуцированной ЭДС можно определить по правилу, сформулированному Ленцем: направление индуцированной ЭДС таково, что вызванный ею ток своим магнитным полем стремится препятствовать причине, порождающей эту индуцированную ЭДС.

При включении тока в катушку, состоящую из нескольких витков провода, создается магнитный поток, который при своем увеличении индуцирует в витках катушки ЭДС, направленную в соответствии с правилом Ленца, навстречу действующему внешнему напряжению. В результате действия этой ЭДС ток в катушке ослабляется и достигает своего максимального значения не сразу, а постепенно, приближаясь к величине, определяемой законом Ома, по мере уменьшения индуцированной ЭДС.

Индуктирование ЭДС в витках катушки, по которой протекает ток под воздействием внешнего напряжения, называется самоиндукцией.

Если магнитный поток, образовавшийся при прохождении тока в одном проводнике, охватывает и другой проводник, то при изменении величины тока в первом проводнике появится э. д. с. во втором проводнике. Появление э. д. с. в проводниках, связанных лишь магнитным потоком, называют в з а и м о и н д у к ц и е й .

Если в магнитное поле поместить проводник, по которому течет электрический ток, то на проводник будет действовать сила, выталкивающая его из магнитного поля. Эта сила возникает в результате взаимодействия магнитного поля, в которое внесен проводник, с полем, образовавшимся вокруг проводника при протекании по нему тока.

Результирующее поле, образованное в результате сложения магнитного поля, в которое внесен проводник, с полем проводника, будет с одной стороны проводника усилено, так как здесь силовые линии обоих полей имеют одно направление, а с другой стороны проводника ослаблено в связи с тем, что силовые линии полей будут направлены навстречу друг другу. Появление силы, стремящейся переместить проводник, объясняется свойствами, которыми условно наделены силовые линии (свойство бокового распора). Проводник будет стремиться переместиться от места наибольшего скопления силовых линий в сторону с наименьшей концентрацией силовых линий (Рис.6). Направление действующей силы показано стрелкой. Зная расположение полюсов магнитного поля, в которое внесен проводник, и направление тока в нем, можно определить направление движения проводника пользуясь правилом левой руки (Рис.7): если расположить левую руку так, чтобы силовые линии входили в ладонь, а четыре вытянутых пальца были направлены в ту же сторону, что и протекающий ток, то отогнутый большой палец укажет направление движения проводника.

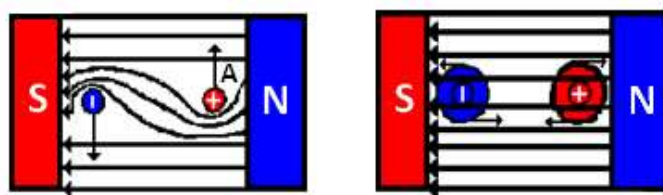
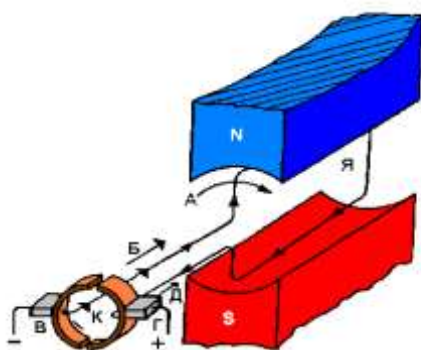


Рис. 6 Свойство бокового распора

## Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока.

Машины, предназначенные для преобразования механической энергии в электрическую называют генераторами. Принцип действия генератора постоянного тока показан на рисунке 8. Здесь N и S - неподвижные полюсы, создающие магнитный поток, который называют потоком возбуждения; Я - якорь, состоящий из одного витка; К - коллектор, служащий для передачи получаемого тока в электрическую цепь. При вращении якоря в указанном стрелкой А направлении в верхней части витка индуктируется ЭДС указанного стрелкой В направления (по правилу правой руки), в нижней части витка, в соответствии с этим же правилом, будет индуктироваться ЭДС обратного направления. При горизонтальном положении витка ЭДС его будет равна нулю. При дальнейшем движении витка направление ЭДС изменится, так как изменилось направление силовых линий по отношению к витку (верхняя часть витка стала нижней).



а) постоянного тока



б) переменного тока

Рис. 8 Принцип действия генератора

Для того, чтобы ток во внешней цепи не изменил своего направления, служит коллектор; Коллектор (рис.8) в соответствии с изменением положения витка переключает концы витка таким образом, чтобы направление тока во внешней цепи не изменилось. Ток с коллектора снимается щетками В и Г. Двигатель постоянного тока устроен так же, как и генератор. В результате взаимодействия магнитного поля полюсов и магнитного поля, образованного током, протекающим по обмотке якоря, якорь начнет вращаться по правилу левой руки в направлении, показанном стрелкой. В реальных двигателях и генераторах обмотка якоря состоит из большого числа витков провода, уложенных в пазы стального якоря, состоящего из тонких листов электротехнической стали. Введение стального якоря уменьшает сопротивление магнитному потоку, в связи с чем значительно увеличивается магнитная индукция в воздушном зазоре машины. Якорь изготавливают из изолированных друг от друга тонких стальных листов (шихтованный якорь). Такая конструкция якоря позволяет избежать появления вихревых токов, нагревающих якорь. В связи с тем, что обмотку якоря машины постоянного тока выполняют многовитковой, с большим числом отдельных секций, коллектор этих машин состоит из большого числа медных пластин (ламелей), к которым припаяны концы секций. Магнитное поле, в котором вращается якорь, создается в двигателях и генераторах постоянного тока при помощи специальных обмоток, называемых обмотками возбуждения. Эти обмотки расположены на стальных полюсах, укрепленных на станинах двигателей и генераторов. Для изменения направления вращения двигателя постоянного тока необходимо изменить направление тока или в якоря или в обмотке возбуждения (правило правой руки). Если же изменить направление тока и в якоря и в обмотке возбуждения, то направление вращения двигателя не изменится.

## Вихревые токи.

Изменяющийся магнитный поток способен индуцировать ЭДС не только в витках катушки, но и в массивных металлических проводниках. Пронизывая толщу массивного проводника, магнитный поток индуцирует в нем ЭДС, создающую индукционные токи. Эти, так называемые вихревые токи, распространяются по массивному проводнику и накоротко замыкаются в нем, вызывая перегрев и разрушение изоляции аппарата. Сердечники катушек, якорей электродвигателей, трансформаторов, магнитопроводы различных электрических машин и аппаратов представляют собой как раз те массивные проводники, которые нагреваются возникающими в них индукционными токами. Явление это нежелательно, поэтому для уменьшения величины индукционных токов части электрических машин и сердечники якорей и обмоток возбуждения электродвигателей делают не цельнолитыми, а состоящими из тонких пластин, изолированных друг от друга электроизоляционной бумагой или слоем изоляционного лака. Благодаря этому преграждается путь распространения вихревых токов по телу проводника. Вихревые токи также способны вызвать электрическую коррозию (разрушение структуры) металла.

## Постоянный и переменный электрический ток

До сих пор при изучении законов электрического тока имелось в виду, что напряжение, приложенное к цепи, остается постоянным по величине и направлению. Такой ток называют постоянным. График постоянного тока показан на рис а. графика тока, где по вертикали отложено напряжение, а по горизонтали – время.

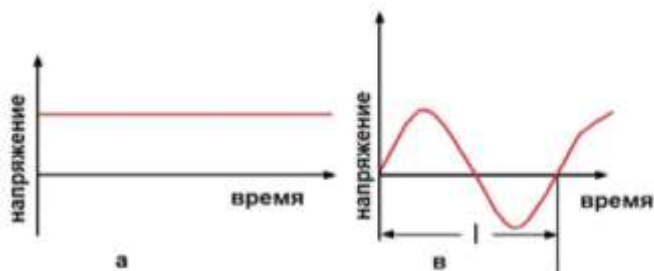


Рис. 9 График тока: а – постоянного, в – переменного

Время  $T$ , в течение которого переменный ток совершит полное колебание, называется периодом. Число периодов в секунду называется частотой. В России принята частота тока 50 периодов в секунду. Ценным качеством переменного тока является возможность трансформации его, т. е. изменения напряжения при помощи простого аппарата - трансформатора. Это дает возможность экономично передавать электрическую энергию на большие расстояния и расширяет область ее применения.

При протекании переменного тока в цепи, где самоиндуцируется ток, ЭДС самоиндукции, по правилу Ленца, противодействует внешнему напряжению. Таким образом, цепь, где происходит самоиндукция, оказывает протеканию переменного тока большое сопротивление, чем протеканию постоянного тока, за счет дополнительного сопротивления, появляющегося только при переменном токе. Сопротивление электрической цепи протеканию постоянного тока называют активным сопротивлением. Дополнительное по сравнению с сопротивлением постоянному току сопротивление протеканию переменного тока, вызванное наличием ЭДС самоиндукции, называют индуктивным, или реактивным сопротивлением. Полное сопротивление цепи протеканию переменного тока (активное и реактивное вместе) называют, полным сопротивлением.

Аналогично названию сопротивлений, ток и мощность, идущие на создание электромагнитного поля в электрических цепях, где происходит самоиндукция, называют, активным током и

реактивной мощностью; ток и мощность, производящие полезную работу, называют активным током и активной мощностью. Общая мощность (сумма активной и реактивной мощностей), действующая в цепи переменного тока, называется полной мощностью. В отличие от активной мощности, измеряемой в киловаттах, полную и реактивную мощность измеряют в вольтамперах и в киловольтметрах.

Активная и полная мощность связаны между собой соотношением:

$$P_a = P \cdot \cos \varphi$$

где  $P_a$  – активная мощность;

$P$  – полная мощность;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности, учитывающий реактивность данной электрической цепи (произносится – косинус фи) он измеряется в пределах от 0 до 1. Так как:  $P = U \cdot i$ , то

$$P_a = U \cdot i \cdot \cos \varphi \text{ кВт}$$

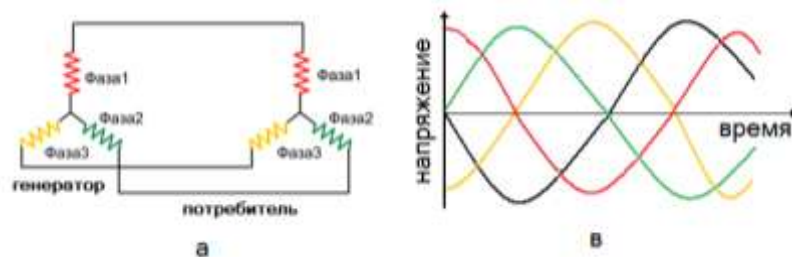
Таким образом, активная мощность переменного тока равна произведению напряжения на силу протекающего тока и на коэффициент мощности.

Пример: Определить активную мощность цепи, если при напряжении 220В по ней протекает ток силой 5А,  $\cos \varphi = 0,8$ .

$$P_a = U \cdot i \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 5 \cdot 0,8 = 880 \text{ Вт}$$

### Трёхфазный переменный ток

Рассмотренный нами переменный ток называют однофазным. Его можно, так же как и постоянный ток, передать по двум проводам. Обычно он используется для питания осветительных ламп и мелких бытовых приборов. Для питания крупных двигателей, электропечей и трансформаторов применяется система их трех однофазных токов, соединенных вместе по схеме:



а – схема соединений; в – график трехфазного тока

Рис. 10. Трёхфазный ток

Каждый из этих токов протекает по двум проводам. При таком соединении три провода из шести можно объединить в один провод. Таким образом, для передачи трехфазного тока необходимо иметь четыре провода. При равных нагрузках всех трех фаз в четвертом проводе токи трех фаз направлены навстречу друг другу и сумма их равна нулю. Поэтому при равномерной нагрузке фаз для передачи трехфазного тока достаточно трех проводов. На рис. 10 показан график трехфазного тока.

Активная мощность трехфазного тока определяется по формуле:

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot i \cdot \cos \varphi$$

где  $P_a$  – активная мощность трехфазного тока;

$U$  – напряжение между двумя проводами;

$i$  – сила тока в одном проводе;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности.

Пример: Определить активную мощность трехфазного тока, если  $U=380\text{в}$ ,  $i=80\text{а}$   $\cos \varphi=0,86$

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U \cdot i \cdot \cos \varphi = 1,73 \cdot 380 \cdot 80 \cdot 0,86 = 4207\text{вт} = 4,2\text{квт}$$

Как видно из графика изменений трехфазного тока напряжение достигает максимального значения не одновременно во всех трех фазах, а попеременно, через равные промежутки времени, то в одной, то в другой, то в третьей фазе. Следовательно, если включить такой ток в три обмотки, расположенные так, как это показано на рисунке (Рис. 11)

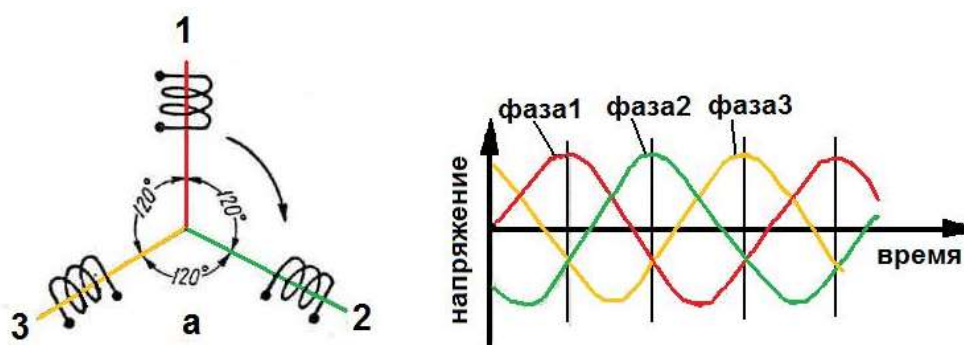


Рис. 11. Вращающее магнитное поле

### Образование вращающегося магнитного поля

Максимальное значение магнитного потока будет создаваться то в первой, то во второй, то в третьей обмотке, соответственно максимальным значениям тока в фазах, подключенных к этим обмоткам. Магнитное поле, перемещающееся таким образом по замкнутому кругу, называется вращающимся магнитным полем.

Описанное создание вращающегося магнитного поля поясняется рис 11. Если подключить фазу 1 к первой катушке обмотки двигателя, фазу 2 ко второй катушке, а фазу 3 к третьей катушке обмотки, то в момент времени  $t_1$  максимальный поток будет в первой катушке, так как в это время сила тока в фазе 1, подключенной к первой катушке, будет иметь максимальное значение. Затем сила тока в фазе 1 постепенно ослабевает и, переходя через нуль, меняет направление, в это время увеличивается значение силы тока в фазе 2 и к моменту времени  $t_2$  сила тока в фазе 2 достигает максимального значения, поэтому максимальный поток уже создается не первой катушкой, а второй. Это в свою очередь означает, что магнитное поле повернулось на  $120^\circ$  (Рис.11). К моменту времени  $t_3$  максимум тока будет в фазе 3, а максимум потока будет создаваться третьей катушкой — магнитное поле повернулось еще на  $120^\circ$ . К моменту времени  $t_4$  создается такая же картина поля, как и в момент времени  $t_1$ , т. е. снова максимума ток достигает в фазе 1, а максимальный магнитный поток создается первой катушкой. Это значит, что за время  $t_1 - t_2$  магнитное поле повернулось на  $360^\circ$  (совершило полный оборот).

Обмотка ротора асинхронного двигателя замкнута на себя, или на сопротивление. При неподвижном роторе и наличии тока в обмотке статора силовые линии вращающегося

магнитного поля пересекают неподвижные витки обмотки ротора, в результате чего в обмотке ротора появляется ЭДС и ток.

Этот ток, взаимодействуя с полем статора, создает вращающий момент, стремящийся повернуть ротор в сторону вращения поля. Ротор двигателя начнет вращаться. По мере увеличения скорости ротора уменьшаются число пересекаемых силовых линий и ЭДС и, следовательно, ток ротора асинхронного двигателя. Однако ротор никогда не достигает скорости поля, а всегда вращается. Это отставание ротора от поля статора называют скольжением. Чем больше нагрузка на валу двигателя, тем больше скольжение. Выражается скольжение в процентах или в относительных единицах.

Обычно асинхронные двигатели имеют при полной нагрузке скольжение 2—4%.

Скорость вращения ротора асинхронного двигателя определяется по формуле:

$$n = \frac{f \cdot 60}{p} \cdot (1 - s)$$

где  $n$  — скорость вращения ротора, *об/мин*;

$f$  — частота питающей сети;

$p$  — число пар полюсов;

$s$  — скольжение.

Пример. Определить скорость вращения ротора двигателя, если  $f=50$ ,  $p=2$ ,  $s=3\%$

$$n = \frac{f \cdot 60}{p} \cdot (1 - s) = \frac{50 \cdot 60}{2} \cdot (100 - 3) = 1455 \text{ об / мин}$$

### Принцип действия асинхронного двигателя

Работа двигателя основана на принципе воздействия вращающегося магнитного поля на приспособленную для вращения короткозамкнутую обмотку.

Вращающееся магнитное поле, создаваемое обмотками статора, пересекая проводники обмотки ротора, индуцирует в них ЭДС.

Под действием индуцированных ЭДС по проводникам ротора будет проходить электрический ток. В результате взаимодействия тока ротора с вращающимся магнитным полем возникает электромагнитные силы, действующие на обмотку ротора. Суммарные действия этих сил создает вращающий момент, который приводит ротор во вращение в направлении магнитного поля.

Величина ЭДС индуцированной в проводниках обмотки ротора, зависит от частот их пересечения вращающимся магнитным полем, т.е от разности частот вращения магнитного поля  $n_1$  и ротора  $n_2$ . Чем больше разность  $(n_1 - n_2)$ , тем больше величина ЭДС.

Частота вращения ротора  $n_2$  будет всегда меньше синхронной частоты  $n_1$ , т.е ротор всегда отстает от поля статора. Разность между частотами поля статора  $n_1$  и поля ротора  $n_2$  называется частотой скольжения  $\Delta n$ .  $\Delta n = n_1 - n_2$

Следовательно, необходимым условием для возникновения в асинхронной машине электромагнитного вращающегося момента является неравенство частот вращения  $n_1$  и  $n_2$ . Только при этом условии в обмотке ротора индуцируется ЭДС и возникает ток ротора. По этой причине машина называется асинхронной (Ротор ее вращается несинхронно с полем).



## Понятие «скольжение»

Чтобы охарактеризовать отставание частоты вращения ротора двигателя от частоты вращения магнитного поля, введено понятие скольжение. Отношение частоты скольжения к частоте поля называется скольжением. Скольжение  $S$  выражают в процентах от частоты вращения магнитного поля.

$$S = \frac{(n_1 - n_2)}{n_1} \cdot 100\%$$

Частота вращения ротора, выраженная через скольжение, определяется формулой;

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - S)$$

Направление вращения ротора асинхронного двигателя определяется направлением вращения его магнитного поля, а направление вращения магнитного поля обуславливается последовательностью фаз (А, В, С) трехфазной сети. Для изменения направления вращения двигателя (рис.12) достаточно изменить направление вращения магнитного поля, создаваемого обмотками статора. Это достигается изменением порядка поступления импульсов тока в отдельные обмотки. Например: если импульсы тока будут поступать в обмотки статора в следующем порядке: фаза А, фаза В, фаза С, то ротор двигателя будет вращаться по часовой стрелки. Если изменить порядок поступления импульсов тока и подавать их в последовательности: фаза В, фаза А, фаза С, то ротор двигателя начнет вращаться против часовой стрелки.

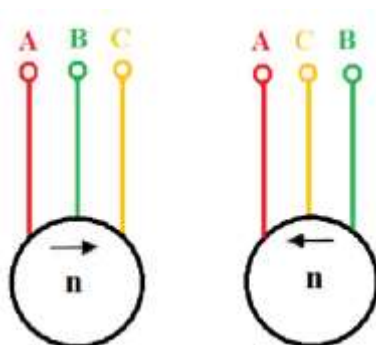


Рис. 12 Изменение направления вращения

При пуске двигателя вращающееся магнитное поле пересекает обмотку ротора с большой скоростью и индуцирует в ней значительную ЭДС ( $E_2$ ), которая создает в коротко замкнутом роторе большой пусковой ток. Соответственно и в обмотке статора также возникает значительный пусковой ток. По мере того, как скорость ротора возрастает, уменьшается  $E_2$ , индуцируемая в нем ЭДС, а вместе с ней уменьшаются токи ротора и статора. В конце пуска ненагруженного двигателя сила тока ротора должна быть такой, чтобы вращающий момент, развиваемый двигателем покрывал все его механические потери от трения в подшипниках. Если нагрузить уже вращающийся асинхронный двигатель, то механический тормозящий момент на валу двигателя сначала окажется больше вращающего момента и ротор уменьшит скорость вращения  $n_2$ . Соответственно возрастает разность скоростей  $(n_1 - n_2)$ , т.е. увеличится скольжение.

Вращающиеся поле будет пересекать ротор с относительно большой скоростью и индуцировать в роторе большую ЭДС ( $E_2$ ).

Возрастание ЭДС ( $E_2$ ) вызовет увеличение тока в роторе. Пропорционально силе тока в роторе возрастет вращающий момент и уравнивает тормозящий момент нагрузки на валу двигателя. Одновременно увеличение силы тока ротора вызовет соответствующее повышение силы тока статора, в результате возрастет и потребление мощности двигателя из сети. Таким образом с увеличением нагрузки на валу двигателя возрастает скольжение, сила тока статора и потребление мощности двигателя из сети.

Скорость вращения ротора асинхронного двигателя определяется:

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - S) = \frac{60 \cdot f}{p} \cdot (1 - S), \text{ об/мин.}$$

При пуске асинхронной тяговой машины необходимо регулировать уровень и частоту трехфазного напряжения, питающего его обмотки, которое осуществляется трехфазным автономным инвертором напряжения. Асинхронные двигатели бывают короткозамкнутые и с фазовым ротором. У короткозамкнутых двигателей обмотка ротора замкнута накоротко так называемая «беличья клетка». Короткозамкнутые двигатели имеют сравнительно небольшой пусковой момент при значительном пусковом токе в статоре и роторе. Пусковой ток статора короткозамкнутого двигателя в 6-7 раз превышает ток статора при нормальной работе его с полной нагрузкой.

Большим достоинством асинхронных короткозамкнутых двигателей является простота их устройства. В асинхронном двигателе электрическая энергия, потребляемая из сети, за вычетом потерь в двигателе, преобразуется в механическую энергию, используемую для приведения во вращение машины, станка или механизма, соединенного с валом двигателя.

### Конструкция асинхронного двигателя

Понятие асинхронной машины связано с тем, что ротор ее имеет частоту вращения, отличающуюся от частоты вращения магнитного поля статора.

Буква "а" здесь играет как бы роль отрицания или нестрогого следования ротора за синхронно вращающимся магнитным полем статора.

Создателем этой простой по конструкции, но удобной и надежной в работе машины является русский инженер Доливо-Добровольский. Асинхронный двигатель, впервые разработанный в 1889 году, практически не подвергся серьезным изменениям до наших дней.

В основу конструкции асинхронного двигателя положено создание системы трехфазного переменного тока принадлежащее этому же автору. Переменный ток, подаваемый в трехфазную обмотку статора двигателя, формирует в нем вращающееся магнитное поле. Основными конструктивными элементами асинхронного двигателя являются (Рис. 13) неподвижный статор 1 и подвижный ротор 3. Статор и ротор разделены воздушным зазором от 0,1мм до 1,5мм. Пакет статора с целью уменьшения потерь на вихревые токи набирают из штампованных листов электротехнической стали. На внутренней полости статора имеются пазы, в которые укладываются провода обмотки 6. Листы статора перед сборкой в пакет изолируют слоем лака или окалины, полученной при их отжиге.

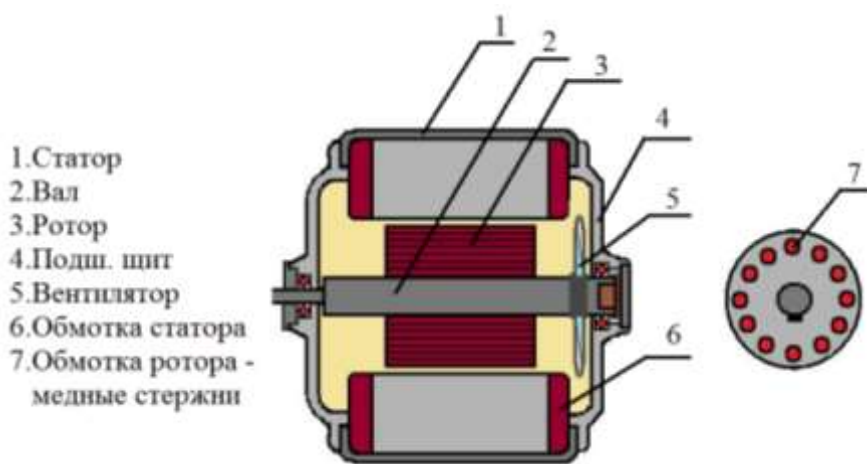


Рис. 13  
Конструкция асинхронного

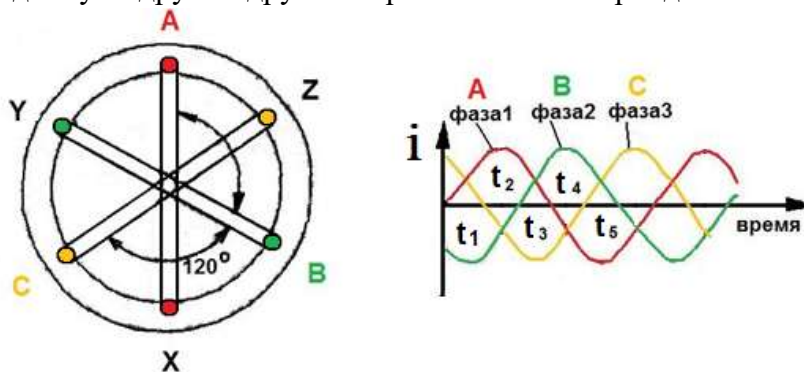
двигателя

В пазы статора укладывают обмотку, которая в простейшем случае состоит из трех катушек - фаз, сдвинутых в пространстве на 120 градусов. Ротор 3 асинхронного двигателя представляет собой цилиндр, набранный из штампованных листов электротехнической стали. На поверхности ротора имеются продольные пазы для обмотки 7. Листы сердечника ротора специально не изолируют, т.к. в большинстве случаев достаточно изоляции от окалина. В зависимости от типа обмотки роторы двигателей обычного исполнения делятся на короткозамкнутые и фазные.

Обмотка короткозамкнутого ротора представляет собой медные стержни 7, забитые в пазы. С двух сторон эти стержни замыкаются кольцами. Соединения стержней с кольцами осуществляется пайкой или сваркой. Чаще всего короткозамкнутую обмотку выполняют расплавленным, алюминием и литьем под давлением. При этом вместе со стержнями и кольцами отливаются и лопасти вентилятора 5.

### Принцип образования вращающегося магнитного поля машины

На статоре трехфазного двигателя расположены 3 обмотки (фазы), которые смещены в пространстве по отношению друг к другу на 120 градусов. Токи, подаваемые в фазные обмотки, отодвинуты друг от друга во времени на 1/3 периода.



Токи в трехфазной обмотке

Используя график изменения трехфазного тока, проставим на нем несколько отметок времени;  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ . Наиболее удобными будут отметки, когда один из графиков пересекает ось времени.

Теперь рассмотрим электромагнитное состояние обмоток статора в каждые из принятых, моментов времени.

Рассмотрим вначале точку  $t_1$ . Ток в фазе А равен нулю, в фазе С он будет положительным - (+), а в фазе В -отрицательным (•).

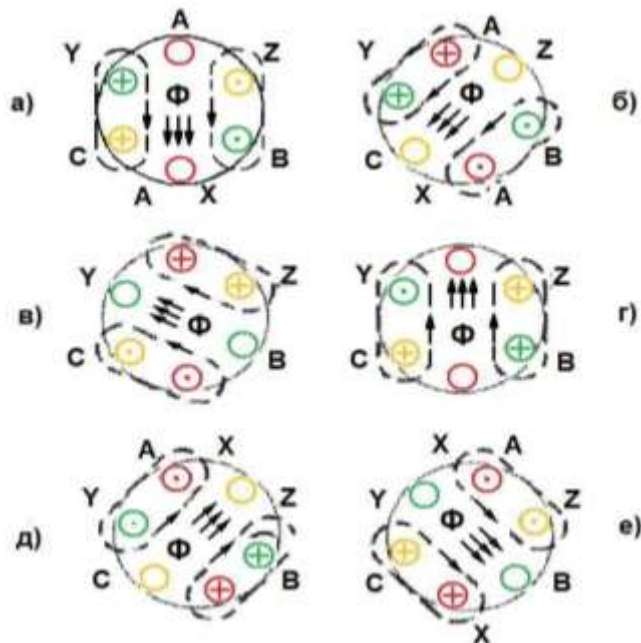


Рис. 14. Электромагнитные состояния трехфазной обмотки статора

Поскольку каждая фазная обмотка имеет замкнутую форму, то конец фазной обмотки В-У будет иметь противоположный знак, т.е. У - (+), а конец Z обмотки С-Z - (-).

Известно, что вокруг проводника с током всегда образуется магнитное поле. Направление его определяется правилом "буравчика".

Проведем силовую магнитную линию вокруг проводников С и У и, соответственно, В и Z (см. штриховые линии на рис. а).

Рассмотрим теперь момент времени  $t_2$ - В это время тока в фазе В не будет. В проводнике А фазы А-Х он будет иметь знак (+), а в проводнике С фазы С-Z он будет иметь знак (-).

Теперь проставим знаки: в проводнике X - (•), а в проводнике Z - (+).

Проведем силовые линии магнитного поля в момент времени  $t_2$  (рис. б). Заметим при этом, что вектор  $\Phi$  совершил поворот.

Аналогичным образом проведем анализ электромагнитного состояния в фазных обмотках статора в момент времени  $t_3, \dots, t_n$  (рис.б, в, г, д).

Из рисунков наглядно видно, что магнитное поле в обмотках и его поток  $\Phi$  совершают круговое вращение. Частота вращения магнитного поля статора определяется следующей формулой:

$$n_1 = \frac{60f}{p} \cdot \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

где  $f$  - частота тока питающей сети, Гц;  $p$  - число пар полюсов.

Если принять  $f=50$  Гц, то для различных чисел пар полюсов ( $p=1,2, 3,4, \dots$ )  $n_1=3000, 2=1500, 3=1000, 4=750, \dots$  об/мин.

## Вращающий момент асинхронного двигателя

Принцип действия асинхронного двигателя, как указывалось, основан на взаимодействии вращающегося поля и тока, индуцированного этим полем в обмотке ротора.

В результате взаимодействия магнитного потока  $\Phi$  с током  $I_2$ , протекающим в проводниках обмотки ротора, возникают электромагнитные силы, приводящие ротор во вращение. Поэтому вращающий момент, создаваемый на валу двигателя, зависит от величины тока ротора  $I_2$  и от магнитного потока  $\Phi$ . Кроме того, на величину вращающего момента асинхронного двигателя влияет сдвиг фаз  $\Psi_2$  между током  $I_2$  и ЭДС ротора.

Для уяснения влияния  $\cos\Psi_2$  рассмотрим картину электромагнитных сил, действующих на проводники ротора. Рассмотрим сначала случай, когда индуктивность обмотки ротора мала и поэтому сдвигом фаз между током и ЭДС можно пренебречь. Вращающееся магнитное поле статора здесь заменено полем полюсов N и S, вращающимся, предположим, по направлению часовой стрелки. Пользуясь правилом «правой руки», I определяем направление ЭДС и токов в обмотке ротора. Токи ротора, взаимодействуя с вращающимся магнитным полем, создают момент вращения. Направления сил, действующих на проводники с током, определяются по правилу «левой руки». Как видно из чертежа ротор под действием сил будет вращаться в ту же сторону, что и само вращающееся поле, т.е. по часовой стрелке.

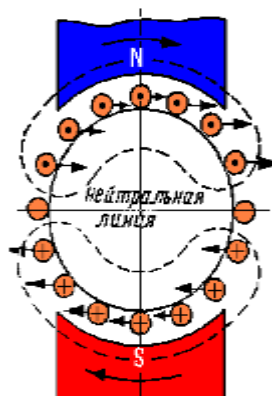


Рис.15 Вращающий момент асинхронного двигателя

## Регулирование напряжения на тяговых двигателях

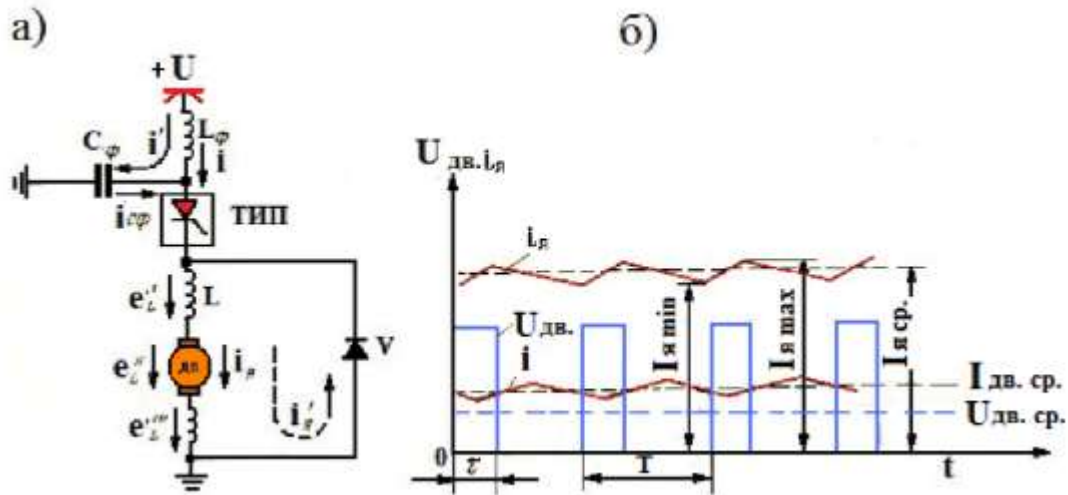


Рис. 15 Тиристорно-импульсный регулятор

Тиристорно-импульсный регулятор (Рис.15) состоит из фильтра Lφ-Сφ, тиристорно-импульсного прерывателя(ТИП), сглаживающего реактора (L) и обратного диода (V), шунтирующего последовательно включенного сглаживающего реактора (L) и обмотки двигателя.

Тиристорно-импульсный прерыватель представляет собой ключ, имеющий два устойчивых состояния: замкнутое и разомкнутое. Он переключается с частотой  $f$ .

В интервале каждого периода  $T = 1/f$  ключ замкнут в течение времени  $\tau$  и разомкнут в оставшуюся часть периода  $T - \tau$ . Соответственно тяговая машина часть периода, определяемого коэффициентом заполнения  $\lambda = \tau / T$ , подключена к источнику напряжения  $U$ , а оставшаяся часть периода  $(T - \tau) / T = 1 - \lambda$  отключена от него.

Пренебрегая пульсациями напряжения на конденсаторе  $C\phi$ , которые малы и обычно составляют менее  $0,1U$ , можно считать, что к цепи тяговой машины прикладываются прямоугольные импульсы напряжения амплитудой  $U$  и длительностью  $\tau$ . Среднее значение этого напряжения за период

$$U_{\text{ср. дв}} = U\tau / T = U\lambda.$$

С помощью тиристорно-импульсного регулятора путем изменения  $\lambda$  от  $\lambda_{\min}$  до единицы среднее значение напряжения  $U_{\text{ср. дв}}$ , прикладываемого к цепи тяговой машины, можно регулировать в широких пределах от  $U_{\text{ср. дв. min}}$  до  $U_{\text{ср. дв. max}} = U$ . Энергия от внешнего источника питания (контактный рельс) подводится к цепи тяговой машины импульсами длительностью  $\tau$  и частотой  $f$ . Однако, преобразование электрической энергии в механическую в тяговой машине происходит непрерывно независимо от состоянии прерывателя, что обеспечивается использованием в рассматриваемой схеме обратного диода  $V$  и наличием накопительных элементов: сглаживающего реактора  $L$  и обмоток тяговой машины.

За время  $\tau$  энергия, поступающая от внешнего источника напряжения  $U$ , потребляется тяговой машиной не полностью, частично запасаясь в накопительных элементах для дальнейшего использования тяговой машиной в интервале  $T - \tau$  периода, когда приток энергии от внешнего источника питания отсутствует.

Вследствие этого тяговая машина получает питание непрерывно: в интервале  $\lambda$  - от внешнего источника напряжения  $U$ , а оставшуюся часть периода  $1 - \lambda$  - благодаря энергии, запасенной в накопительных элементах. Поэтому, несмотря на импульсный характер питания тяговой машины от внешнего источника питания, ток  $i_a$  в ее цепи будет непрерывным. Одну

часть  $\lambda$  периода ток  $i_a$  нарастает, другую  $1 - \lambda$  уменьшается, замыкаясь под действием э.д.с.  $e'L$ ,  $e''L$  и  $e'''L$  самоиндукции, наводимых в реакторе  $L$  и обмотках тяговой машины, по цепи обратного диода  $V$ , т.е. ток пульсирует на уровне среднего значения  $I_a$  ср. Таким образом, при размыкании импульсного регулятора ток в цепи тяговой машины не разрывается, а происходит изменение контура для его замыкания. Это исключает появление перенапряжений на регуляторе, несмотря на то, что обмотки тяговой машины и реактор обладают большой индуктивностью.

При работе импульсного прерывателя нельзя допускать также прерывания тока в контактной сети, которая обладает значительной индуктивностью. Непрерывность тока в контактной сети при импульсном характере нагрузки обеспечивает  $\Gamma$  – образным фильтром  $L_f - C_f$ . Независимо от состояния прерывателя ток в контактной сети имеет контур для замыкания: по цепи тягового двигателя ( $i$ ) или по цепи фильтрового конденсата ( $i'$ ). В интервале периода  $1 - \lambda$ , несмотря на то, что тяговая машина отключена от контактной сети, происходит потребление электрической энергии от источника питания, которая не расходуется, а запасается в фильтровом конденсаторе.

В интервале периода  $\lambda$  в цепь тяговой машины поступает энергия как от источника питания, так и от фильтрового конденсатора, которая без учета потерь в элементах схемы равна энергии, поступившей от источника за весь период. Таким образом, благодаря накоплению энергии в конденсаторе  $C_f$  в интервале период  $1 - \lambda$  обеспечивается непрерывность тока в контактной сети. На обмотки асинхронной машины подаются прямоугольные импульсные напряжения. В течении каждого периода регулирования изменяется ширина и полярность импульсов напряжения, подводимых к каждой фазе асинхронной машины. В результате формы кривых фазового тока получаются близкими к синусоидальным.

Содержание высших гармоник в кривых фазового тока зависит от частоты импульсной модуляции, разности между напряжением на нагрузке и напряжением контактной сети режима работы привода. Для подавления высших гармоник на входе инвертора установлен  $L_f - C_f$  - фильтр. Поэтому из цепи источника питания потребляется практически постоянный ток.

В режиме тяги регулирование мощности привода производится следующим образом: при пуске момент на валу тяговых машин поддерживается постоянным, мощность, развиваемая тяговым приводом, постепенно увеличивается до максимального значения.

Затем мощность привода поддерживается на максимальном уровне и уменьшается магнитный поток тяговых машин.

В конце регулирования с ростом частоты вращения роторов тяговых машин мощность, реализуемая тяговым приводом, постепенно уменьшается. Переход из режима тяги в режим электрического торможения осуществляется изменением частоты переключений инвертора в сторону уменьшения, при этом асинхронные машины переходят в генераторный режим, а инвертор выполняет функции управляемого выпрямителя.

Для согласования мощности асинхронных машин в режиме торможения с установленной мощностью инвертора в цепь обмоток асинхронных машин включен тормозной резистор  $R$ , на котором рассеивается часть тормозной энергии в диапазоне высоких скоростей торможения, а также при отсутствии в сети потребителей рекуперированной энергии. Защита от юза и боксования на вагонах «Русич» осуществляется системой «Витязь», для чего в систему управления пневматическими тормозами входят блоки управления противоюзной защиты. При нарушении условий сцепления процессов пуска и торможения, блоки своевременно снижают вращающий момент боксования и давление в ТЦ, что приводит к устранению юза без существенных потерь силы тяги и тормозной силы.

## Эффект Холла

Эффектом Холла (рис.16) называется возникновение поперечного электрического поля и разности потенциалов в проводнике или полупроводнике, по которым проходит электрический ток, при помещении их в магнитное поле, перпендикулярное к направлению тока.

Если в магнитное поле с индукцией  $B$  поместить проводник или электронный полупроводник, по которому течет электрический ток плотности  $j$ , то на электроны, движущиеся со скоростью  $v$  в магнитном поле, действует сила Лоренца  $F$ , отклоняющая их в определенную сторону.

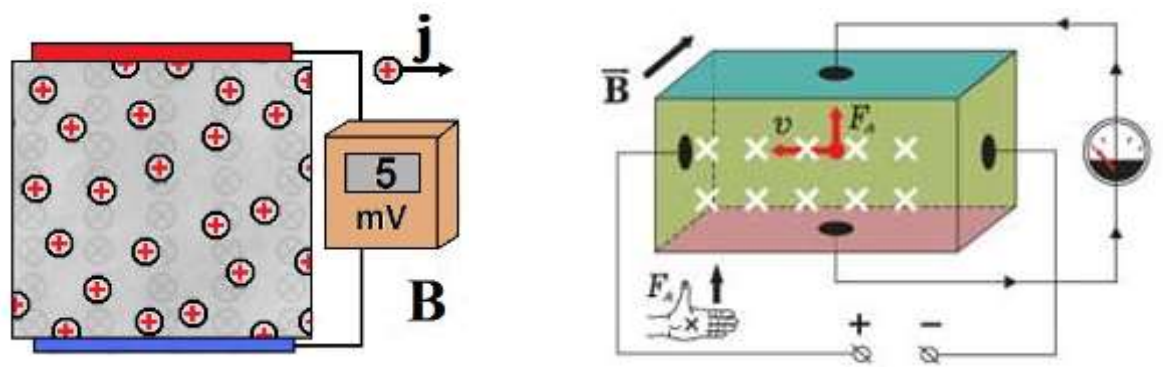


Рис. 16 Эффект Холла.

В магнитном поле с индукцией  $B$  находится полупроводниковая пластинка, через которую протекает электрический ток. Действие эффекта Холла заключается в том, что на боковых сторонах пластинки перпендикулярно направлению тока возникает разность потенциалов - напряжение Холла или ЭДС Холла  $U_H$ . Максимальное значение  $U$  принимает при совпадении вектора  $B$  с нормалью к пластинке, что нашло широкое применение в разработке различных датчиков.

### Полупроводники, используемые в электрических цепях вагонов метрополитена (краткий справочный материал)



**Диод** - это слово произошло от греческих корней «di» - два, и «odos» - путь. Диод - это устройство, пропускающее ток только в одном направлении. Он имеет два вывода:

- Анод - к нему подводится «плюс» источника тока
- Катод - к нему подводится «минус».



В электрических схемах вагонов диоды применяются с целью исключить влияние (путём обратной связи) вагонных проводов между собой и на поездные провода. Если напряжение обратной полярности достигнет критической для данного диода величины, то произойдёт его пробой. Диод перестанет выполнять свои функции и будет работать, как обыкновенный проводник, что немедленно отразится на работе смежных цепей. Именно поэтому на самые ответственные участки устанавливают два диода последовательно.



**Стабилитрон** - это полупроводниковый диод, предназначенный в основном для стабилизации напряжения и работает только в цепях постоянного тока. Если сила тока в цепи, к которой подключён стабилитрон ниже порога его срабатывания, то стабилитрон закрыт и практически не пропускает ток.



Если сила тока в цепи повысится (из-за уменьшения сопротивления), то стабилитрон откроется и через него потечёт ток.



**Тиристор**, это управляемый диод. Он имеет три вывода:



- Анод («плюс»)
- Катод («минус»)
- Управляющий электрод



При подаче положительного потенциала на управляющий электрод, тиристор открывается и пропускает ток в направлении «анод - катод».

При изменении полярности в цепи или при снятии потенциала с управляющего электрода тиристор закрывается. Тиристоры применяются на вагонах всех типов, которые эксплуатируются в настоящее время на метрополитене. Устанавливаются, как в силовой цепи так и в цепи управления .



**Транзистор** также можно назвать управляемым диодом. Он имеет три вывода:

- Коллектор («плюс»)
- Эмиттер («минус»)
- База (управляющий электрод)

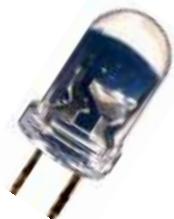


Транзисторы обычно используются для усиления электрического сигнала.

**Светодиод.** Прибор, как и диод, проводит электрический ток только в одном направлении, а также является источником света. Имеет два вывода:



- Анод («плюс»)
- Катод («минус»)



Светодиоды пришли на смену сигнальным лампам накаливания и имеют по сравнению с ними несколько весьма существенных преимуществ:

- Малое энергопотребление
- Хорошую светоотдачу
- Небольшие размеры
- Длительный срок службы

**Таблица символов, применяемых в электросхемах вагонов метрополитена.**

Аккумуляторная батарея		Лампа накаливания	
Конденсатор		Обмотка возбуждения двигателя	
Блок-контакты контактора, реле:  нормально замкнутые		Индуктивный шунт с сердечником или дроссель преобразователя	
		Переключатель двухпозиционный	

нормально разомкнутые		Плавкий предохранитель	
Контакты реле времени: Нормально замкнутые Нормально разомкнутые		Пробой изоляции: на землю на корпус	
Контакты с дугогашением		Провода, электрически не соединённые	
Кнопка импульсная замыкающая		Провода, электрически соединённые	
Контакты электропневмоаппарата		Реостат (сопротивление переменное)	
Катушка контактора, реле, вентиля		Сопротивление постоянное	
Катушка реле времени		Токоприёмник рельсовый	
Амперметр		Ток постоянный	
Вольтметр		Ток переменный	
Киловольтметр		Диод полупроводниковый	
Выключатель автоматический		Светодиод	
Выключатель ручной		Стабилитрон	
Звонок, зуммер или ТВУ		Тиристор	
Заземление		Транзистор	
Корпус аппарата		Якорь электродвигателя	

## Вагоны серии 81-740 / 81-741 «Русич»

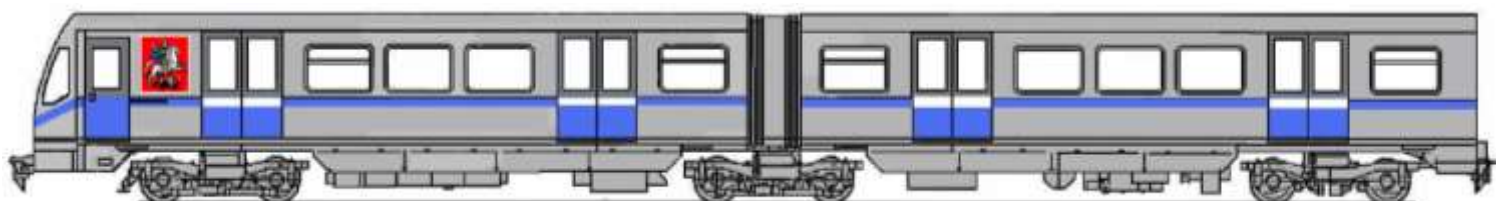


Рис. 17 Вагон серии 81-740/741

Данный тип подвижного состава эксплуатируются на Московском метрополитене с 2003г.

### Технические характеристики вагонов 81-740.1/741.1

№№ п/п	Характеристика	Тип вагона	
		81-740.1	81-741.1
1	Места для сиденья пассажиров	54	60
2	Максимальная вместимость, чел.	344	370
3	Конструкционная скорость, км/ч	90	
4	Максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup>	1,3	
5	Максимальное замедление, м/с <sup>2</sup>	1,1	
6	Величина ускорения (замедления) при служебном пуске и электрическом торможении не должна превышать, м/с <sup>3</sup>	0,6	
7	Длина по осям автосцепок, мм	28150	27200
8	Ширина на уровне пола, мм	2700	
9	Высота вагона, мм	3581	
10	Масса тары, т	47	46
11	Максимальная пассажирская нагрузка вагона, т	24,1	25,9
12	База вагона, мм	10500	
13	Номинальная мощность тягового двигателя, кВт	170	
14	Суммарная мощность тяговых двигателей, кВт	680	
15	Удельный расход энергии на тягу без учёта рекуперации, при максимальной нагрузке Вт·ч/т·км, не более	62	

Конструкция вагонов 81-740\741 обеспечивает их нормальную работу при следующих условиях:

- Ширина колеи, мм 1520
- Максимальный уклон пути:
  - на открытых участках, ‰/00 40
  - на закрытых участках, (длина уклона не более 500 м), ‰ 60
- Минимальный радиус кривой на парковых путях при скорости не более 15 км/час с возвышением наружного рельса 120 мм, м 60
- При радиусе кривой на главных путях 150/200/250 м скорость движения, соответственно, км/ч, не более 35/43/49

## **Основные отличия управления вагонов серии 81-740/741**

### **от вагонов «81-717/714»**

- Практически постоянные тяговые и тормозные усилия, не зависящие от скорости движения поезда
- Каждой позиции контроллера машиниста соответствует своё тяговое или тормозное усилие
- При переводе контроллера машиниста с более высокой позиции на меньшую (например из «Хода-4» в «Ход-3» или из «Тормоза-3» в «Тормоз-1») снижаются тяговые или тормозные усилия
- Электротормоз эффективен даже при торможении с малых скоростей, вплоть до скорости 7-8 км/ч
- Изменяемая в зависимости от положения контроллера машиниста величина давления в тормозных цилиндрах при отказе электротормоза
- Для включения электротормоза в первоначальный момент необходимо наличие в контактном рельсе высокого напряжения
- Непрямое управление поездом в штатном режиме. Почти все команды управления из кабины машиниста передаются только в блок управления поездом
- Отсутствует возможность остановки противотоком или короткозамкнутым контуром
- Отсутствует понятие «Байпасное торможение». Перевод контроллера машиниста из положения «Тормоз-2» в «Тормоз-1» и обратно вызовет лишь изменение величины тормозного усилия
- Штатное электрическое управление электропневматическим тормозом
- Жёсткий воздухораспределитель, который при штатной работе всегда находится в заторможенном состоянии
- Экстренный тормоз реализован при помощи электрических цепей (петля безопасности)
- Отсутствие экстренного тормоза при нахождении ручки крана машиниста во II положении
- Экстренный тормоз при срабатывании срывного клапана или при утечке воздуха из тормозной магистрали включается посредством электрических цепей (СД-112)
- В штатном режиме давление воздуха в тормозной магистрали составляет 3 атм.
- Возможность отключения неисправных электроаппаратов не выходя из кабины машиниста в режиме по вагонного управления

- Отсутствие реверсивной рукоятки при управлении поездом
- Дублирование на блоке индикации и мониторе машиниста показаний скорости и частот АЛС
- Отсутствие необходимости затормаживать состав пневматическим тормозом при смене кабин управления (в штатном режиме)
- Абсолютно другой порядок приведения поезда в движение на руководящем подъёме

## **Описание и работа вагонов 81-740/ 81-741**

Вагоны метрополитена моделей 81-740 и 81-741 с асинхронным тяговым приводом и рекуперативно-реостатным торможением предназначены для перевозки пассажиров на линиях наземного метро, а также в тоннелях действующих линий метро.

.Вагон 81-740 с кабиной управления предназначается для эксплуатации в качестве головного вагона в составе с вагонами модели 81-741 или в составе с другим головным вагоном указанной модели.

Вагон 81-741 без кабины управления используется в качестве промежуточного вагона. Каждый вагон представляет собой конструкцию из двух сочлененных секций кузова со свободным сообщением салонов через межвагонный переход и трех тележек, на которые устанавливается кузов (его секции). Крайние тележки являются моторными, а средняя тележка не моторная, поддерживающая. Кузов вагона 81-740 состоит из головной секции (с кабиной управления) и концевой секции, а вагона 81-741 - из головной секции (без кабины управления) и концевой секции. Концевые секции головного и промежуточного вагонов аналогичны.

Вагоны приводятся в движение с помощью четырех асинхронных тяговых двигателей с короткозамкнутым ротором, установленных на моторных тележках. Крутящий момент от тяговых электродвигателей через редукторы передается к колесным парам. Двигатели включены в электрическую силовую схему вагона параллельно.

Управление поездом осуществляется из кабины управления вагона 81-740, в которой располагаются пульт машиниста основной (ПМО) с контроллером машиниста и блоком контроллеров реверса, пульт машиниста вспомогательного (ПМВ), кран машиниста, а также органы управления дверями, тормозами и другими системами, установленными на вагонах. Обеспечение тормозных систем, пневматических и электропневматических приборов вагонов сжатым воздухом обеспечивается компрессорными агрегатами, включение и отключение которых в зависимости от давления воздуха в напорных магистралях, осуществляется автоматически. Цикл движения поезда (вагона) включает в себя следующие режимы: разгон, выбег и торможение. Управление режимами движения поезда на линиях, безопасность движения и контроль состояния вагонного оборудования осуществляется автоматически или в ручном режиме системой управления «Витязь».

**Для торможения поезда (вагона) предусмотрены следующие виды тормозов:**

- Электродинамический (следающий рекуперативно-реостатный) – рабочий, с дотормаживанием электропневматическим тормозом со скорости не более 7 км/ч
- Электропневматический (колодочный) – резервный, с помощью которого осуществляется:  
-ступенчатое торможение от кнопок на пульте машиниста и ступенчатый отпуск

-экстренное торможение от «петли безопасности» или вентиля резервирования «петли безопасности»

-экстренное торможение по командам АРС, от стоп-крана и срывного клапана автостопа

- Аварийный – пневматический от крана машиниста
- Стояночный, с пневмопружинным приводом, удерживающий вагон с максимальной нагрузкой на уклоне до 60<sup>0</sup>/00.

Электродинамический и фрикционный колодочный тормоз с пневматическим приводом обеспечивают полное и плавное торможение вагонов с любой скорости в пределах конструкционной до полной остановки. Тормозное усилие этих тормозов регулируется автоматически в зависимости от нагрузки.

Стояночный тормоз вступает в действие при установке органов управления вагона (поезда) в режим стоянки (контроллер реверса находится в положении «0»), отсутствует команда «Вперед», «Назад»).

Противоюзное устройство исключает блокировку колес при торможении. Пневматический тормоз автоматически срабатывает от стоп-крана, срывного клапана автостопа, а также при разрыве поезда и скатывании под уклон. Параллельная работа четырех тяговых двигателей вагона обеспечивается при микропроцессорном управлении трехфазным инвертором, работающим от напряжения контактной сети 750 в постоянного тока.

Питание инвертора осуществляется через токоприемники типа ТР-7Б, установленные на передней моторной и не моторной тележках по одному с каждой стороны. Питание на электродвигатели поступает от инвертора напряжения, работающего в режиме ШИМ (широтно-импульсной модуляции). ШИМ позволяет подавать на электродвигатели симметричное трехфазное напряжение с регулируемой амплитудой и частотой. Контроль фазного напряжения производится датчиками с гальванической развязкой, непосредственно подсоединенными к выходу инвертора. Контроль тока используется для управления инвертором и осуществляется с помощью датчиков, подключенных на выходе инвертора. Ограничение величины изменения ускорения осуществляется в зависимости от сигнала уставки, формируемом контроллером машиниста и передаваемом через интерфейс системы управления вагоном (система «Витязь»), откуда так же поступает и информация о величине загрузки вагона.

Это позволяет учесть изменение веса вагона до передачи цифровых сигналов уставок тягового или тормозного усилий через последовательный канал передачи в систему управления тяговым приводом. Тяговая система не предусматривает непосредственного управления механическим (пневматическим колодочным) тормозом. Логический сигнал, указывающий на наличие электрического торможения, передается в систему управления поездом (вагоном), который при этом вырабатывает сигнал на запрет пневматического торможения. При скорости 9 км/ч этот сигнал снимается с продолжающим некоторое время действовать электрическим тормозом для того, чтобы дать пневматическому тормозу вступить в работу со скорости 7 км/ч пневматический тормоз замещает электрический до окончательной остановки.

В случае отказа электрического тормоза или включения аварийного торможения данный сигнал снимается и далее все торможение происходит механически. Блок управления тяговым приводом (БУТП) имеет систему обнаружения юза-боксования, которая в случае юза колеса быстро снижает тормозное усилие. При этом снижается уставка, чтобы скорректировать усилие под действительную степень сцепления с рельсом. В случае боксования уставка тока также снижается.

При прекращении юза-боксования происходит двухступенчатая автоматическая корректировка токовой уставки. Сначала с темпом до 5% от номинальной величины уставки, затем с более медленным темпом. Если юз-боксование происходит повторно, то система

автоматически снижает уставку, и затем последовательно переустанавливает ее до достижения желаемого усилия с учетом 90% от имеющейся степени сцепления с рельсом.

## **Безопасность**

Вагоны соответствуют техническим требованиям пожарной безопасности, электробезопасности и экологической чистоты и оснащены системой безопасности движения поездов со 100% резервированием, которая совместно с напольными устройствами исключает:

- Сближение поездов на расстояние менее тормозного пути
- Скатывание поезда под уклон
- Движение поезда на занятый маршрут

Конструкция вагона и расположение оборудования обеспечивает безопасность пассажиров и обслуживающего персонала. Вагоны имеют предохранительные устройства, предупреждающие падение пассажиров на путь между вагонами. Конструктивное исполнение узлов и деталей вагона исключает их падение на путь. Двери салона безопасны для пассажиров и не допускают самопроизвольного открывания. Блокировка запоров торцевых дверей вагонов имеет дистанционное управление из кабины машиниста. Дверная сигнализация и контроль положения дверей выполнены по схеме с активным сигналом. Вагоны имеют систему блокировки пуска поезда при открытых дверях с контролем закрытия дверей. При снижении давления в тормозной магистрали ниже нормы происходит отключение тяги. Боковые двери кабины машиниста и салона оборудованы подножками. Двери в кабину машиниста и торцевые двери салона для исключения возможности самопроизвольного открытия пассажирами закрываются и открываются с помощью специального ключа, хранящегося у машиниста. Межвагонные переходы оборудованы переходными площадками. Вагоны имеют приспособление для транспортировки их в случае отказа автосцепки. На наружной лобовой стенке головного вагона установлены красные сигнальные фонари ограждения, которые включены в цепь питания от аккумуляторной батареи. В вагонах предусмотрена возможность эвакуации пассажиров на путь в аварийной ситуации.

## **Безопасность электрооборудования**

Электрооборудование вагонов имеет автоматическую защиту от аварийных режимов в силовой цепи, в цепях управления и в цепях вспомогательного оборудования. В аварийных ситуациях при токах, по величине меньших значений уставок автоматических выключателей и быстродействующего выключателя, электрооборудование обеспечивает:

- Защиту от перегрузок по току в цепи питания
- Защиту от перенапряжения в контактной сети
- Защиту от перегрузок инвертора по выходному току
- Защиту инвертора от перегрузок по выходному напряжению
- Защиту от замыканий силовой цепи на землю
- Защиту инвертора и тормозного реостата от перегрева
- Защиту от юза и боксования

Работа электрооборудования вагона не оказывает влияния на системы безопасности СЦБ и связи. Соединения в электрических цепях осуществляется кабелями и проводами с изоляцией, не распространяющей горение, уложенными в металлических трубах или коробах, с раздельной прокладкой кабелей и проводов цепей с питанием от системы бортового электропитания. Раздельная прокладка указанных цепей осуществляется также и при вводе в аппараты.

### **Пожарная безопасность**

Вагоны оборудованы автоматической системой обнаружения и тушения пожара (АСОТП) «Игла-М.5К-Т» с системой контроля нагрева букс СКТБ. В салонах вагонов и кабинах управления устанавливаются огнетушители ОУ-5. Защитные чехлы на проводах и жгутах пропитаны антипиренами и исключают попадание влаги, снега и пыли на провода. Для внутренней отделки салона и кабины вагонов применяются трудногорючие и негорючие материалы.

### **Тяговый асинхронный двигатель**

Асинхронная электрическая машина характеризуется тем, что при ее работе возбуждается вращающееся магнитное поле, которое вращается асинхронно относительно скорости вращения ротора.

Основные технические данные двигателя.

Мощность часового режима – 170 кВт, частота вращения часового режима – 1290 об/мин, номинальное напряжения питания – 530в, номинальная частота – 43 Гц, масса – 805 кг.





Рис.18 Тяговый двигатель

Двигатель 3-х фазный, самовентилируемый с короткозамкнутым ротором (Рис.18). Установлен с опорой только на раму тележки, что снижает ударные нагрузки на двигатель при прохождении неровностей и стыков ходовых рельс.

Двигатели могут работать как электродвигателями, так и генераторами.

В первом случае электрическая энергия, потребляемая от контактной сети (3-ий рельс) преобразуется в механическую, развивая при этом вращающий момент на валу двигателя.

Во втором случае, двигатель преобразует приведенную к валу механическую энергию от вращения колесных пар в электрическую, которая может быть вновь возвращена в контактную сеть (рекуперативное торможение). При отсутствии рекуперации энергия гасится на тормозном реостате (сопротивлении).

### Устройство тягового двигателя

Тяговый двигатель состоит из: статора, ротора, двух подшипниковых щитов, вентилятора.



1- вентилятор. 2,4 – вал. 3 - беличья клетка.

Рис.19. Устройство тягового двигателя

Статор 1 (неподвижная часть) – предназначен для укладки в него обмотки. Имеет форму полого цилиндра, собранного из пластин электротехнической стали, толщиной 0,5мм, изолированных друг от друга слоем лака, что обеспечивает уменьшение потерь от вихревых токов. Фазные обмотки 3, которые возбуждают вращающее магнитное поле, размещаются в пазах на внутренней стороне сердечника статора. Обмотка статора подсоединяется к 3-х фазному источнику переменного тока – инвертору.

Ротор (вращающаяся часть) – короткозамкнутый. Собирается также из штампованных пластин электротехнической стали, определенной конфигурации, в результате чего на внутренней

стороне сердечника ротора образуются пазы. В пазы ротора вставляют обмотку 3, которая изготавливается в виде цилиндрической (беличьей) клетки из медных или алюминиевых стержней. Стержни вставляются без изоляции. Концы стержней замыкают накоротко кольцами, которые изготавливают из того же материала. Обмотка ротора не соединяется с сетью и с обмоткой статора. Ротор насажен на вал тягового двигателя 2,4. Вентилятор 1 устанавливается на конце вала ротора со стороны привода. Вал тягового двигателя изготавливается из высоколегированной стали. Имеет несколько шеек различной длины и диаметра для посадки на них подшипниковых щитов, ротора, вентилятора. Подшипниковые щиты устанавливаются в статор с двух сторон. Подшипники щитов опираются на вал тягового двигателя.

При подключении обмотки статора к источнику питания, в обмотке создается вращающее магнитное поле, силовые линии которого пересекают неподвижные витки обмотки ротора, в результате чего в обмотке ротора появляется ЭДС и ток.

Магнитное поле ротора, взаимодействуя с магнитным полем статора, создают вращающий момент, стремящийся повернуть ротор в сторону вращения вращающегося магнитного поля. Ротор начинает вращаться.

### Передача вращающегося момента тягового двигателя на колесную пару

В состав тягового привода (Рис. 20) входит: тяговый электродвигатель, редуктор и другие его элементы, обеспечивающие передачу вращающегося момента от вала электродвигателя на колесную пару.

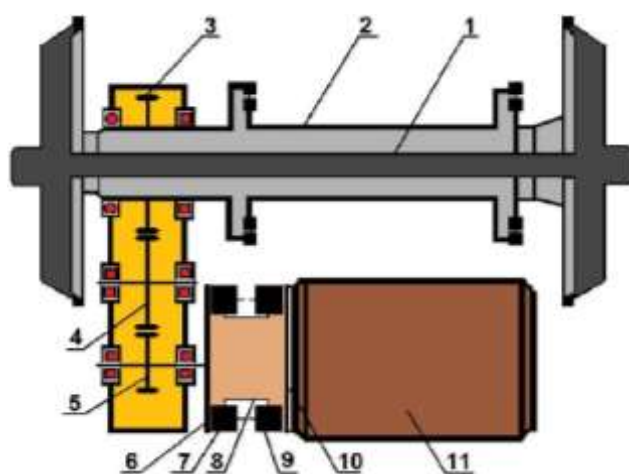


Рис. 20 Передача вращающегося момента

Передача вращающегося момента осуществляется по схеме: двигатель (11) – диск ведущий (10) – палец (9) – обойма(8)– втулка упругая (7) – диск ведомый- (6) компенсационной муфты – вал-шестерня редуктора ( 5 ) – шестерня (4) – выходной вал (3) – передаточный механизм (2) – ось колесной пары (1).

### Регулирование частоты вращения.

На каждом тяговом двигателе установлен датчик частоты вращения (ДЧВ) – устройство для измерения числа оборотов. Стальная оболочка с фланцем крепления датчика устанавливается на тяговом двигателе рядом с зубчатым колесом на не приводном конце вала двигателя.



Рис. 21 Датчик частоты вращения

При вращении вала двигателя, а вместе с ним и зубчатого колеса каждый раз, когда зубец проходит перед измерительным элементом головки, выход датчика меняет состояние, что приводит к образованию на выходе датчика последовательных электрических импульсов, частота следования которых пропорциональна частоте вращения вала двигателя.

### **Электроснабжение вагона и источники бортового питания**

Основным источником электроснабжения вагонов является контактная сеть метрополитена, обеспечивающая питанием силовых и вспомогательных высоковольтных цепей вагонов номинальным напряжением постоянного тока 750в. Подача напряжения от контактной сети на вагоны осуществляется от третьего контактного рельса через башмаки токоприемников. Работоспособность электрооборудования сохраняется при изменении напряжения питания в пределах от 550в до 975в. Напряжение на токоприемнике при рекуперативном торможении не превышает 975в. Питание цепей управления, в том числе резервных и вспомогательных цепей, осуществляется от системы бортового электропитания, состоящей из аккумуляторной батареи и источника бортового электропитания напряжением  $80\pm 2$ в, работающих в буферном режиме.

### **Батарея аккумуляторная (АКБ)**

Щелочная аккумуляторная батарея напряжением 62,5в, предназначена для питания цепей управления, а также низковольтных вспомогательных цепей вагона. АКБ состоит из 52 аккумуляторов, соединенных между собой последовательно. Для ящика аккумуляторной батареи применяется пожаробезопасный металлический модуль, обработанный щелочнозащитным трудногорючим изоляционным материалом. Аккумуляторы по 4 штуки установлены в 13 модульных блоках, которые размещены в ящике. Аккумуляторы состоят из блоков положительных и отрицательных пластин, выполненных в виде стальных никелированных решеток, ячейки которых наполнены активной массой и размещенных в металлическом корпусе. Активная масса положительных пластин – гидрат окиси никеля, активная масса отрицательных пластин - губчатый кадмий. Через верхнее отверстие в корпусе элемента заливают электролит плотностью 1,19 – 1,21 г/см. Отверстие закрывается пробкой. Все плюсовые клеммы АКБ на составе соединяют к 549, 550 поездным проводам. Заземление минусовых клемм происходит в блоке соединений (земляной блок) БС-1. При отсутствии напряжения контактной сети. АКБ также обеспечивает работу системы вентиляции салона с 50 % производительностью, аварийного освещения и красных сигнальных фонарей.

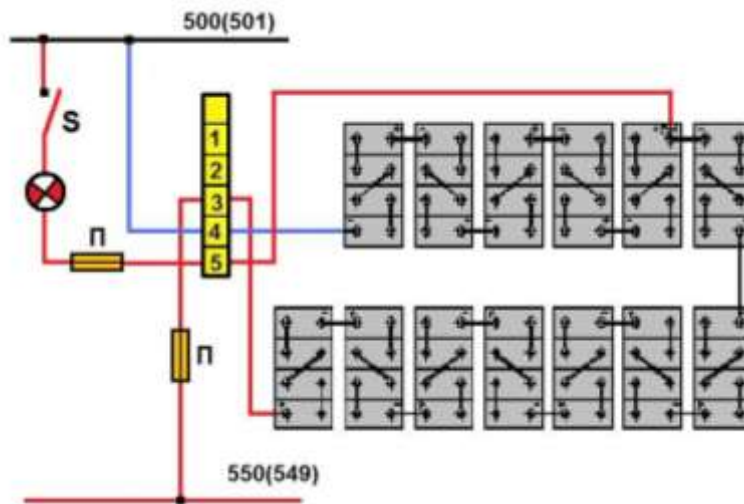


Рис.22 Схема электрических соединений (АБ)



Рис..23 Модульный блок

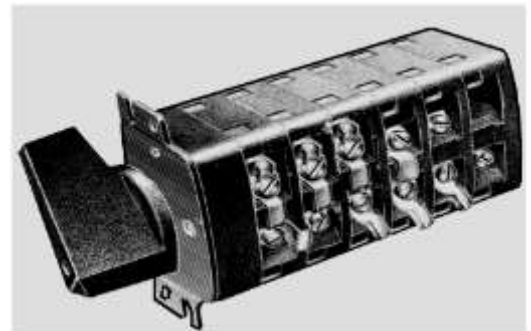


Рис.24 Выключатель батареи (ВБ-13)

### Выключатель батареи (ВБ-13)

Выключатель батареи (Рис.24) предназначен для включения и отключения аккумуляторной батареи вагона. ВБ изготовлен на базе пакетно-кулачкового переключателя и состоит из прессованных пакетов, в которых расположены изоляционные кулачки, ролики и контактные мостики с контактами. Кулачки установлены на квадратном валу, на конце которого закреплена рукоятка. В зависимости от поворота рукоятки кулачки включают и выключают контакты. Подключение проводов осуществляется при помощи клемм. Для фиксации положений ВБ имеет храповик и фиксатор.

Выключатель имеет два положения – «0» и «1». В положении «0» все контакты ВБ разомкнуты, а в положении «1» – замкнуты. Установлен выключатель батареи на головном вагоне на пульте машиниста вспомогательном (ПМВ), а на промежуточном вагоне – в отсеке с панелью вагонной защиты. Включение ВБ промежуточного вагона осуществляется трехгранным ключом со стороны торцевой двери.

### Подзаряд АКБ

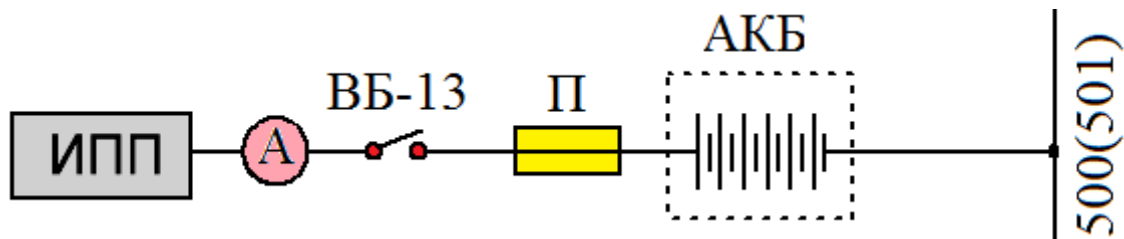


Рис.25 Цепь подзаряда

Цепь подзаряда: ИПП → амперметр → контакты включенного ВБ → предохранитель → АКБ, провод 500 (501). Кроме того, плюс каждой АКБ (Рис.28) через автомат SF 32 «Уравнивательные цепи» и демпферный резистор подключены к 549, 550 плюсовым проводам. Это необходимо для обеспечения подзаряда аккумуляторной батареи от ИПП, если таковой отсутствует по какой либо причине.

### Источник питания программируемый (ИПП-6, ИПП-10)

Дополнительным источником питания бортовой сети являются источники питания (ИПП-6, ИПП-10.), предназначенные для преобразования напряжения контактной сети постоянного тока 750в в постоянное стабилизированное напряжение (80±2) вольты.

На вагоне 81-740 установлено два источника электропитания ИПП-6 и ИПП-10, на вагоне 81-741 только ИПП-10.

Подключение источников электропитания ИПП-6 и ИПП-10 (Рис.27) к высоковольтным цепям вагонов обеспечивается контактами КМ1.1 и КМ1.2 электромагнитного контактора КМ, (установленного в БК-01) через демпферный резистор по цепи: токоприемник ТР, главный разъединитель ГВ, быстродействующий автомат БВ, резистор, силовые контакты КМ 1.1, КМ1.2, источник питания ИПП, ЗУМ, земля.

Источник питания ИПП-10 головного вагона, работающий в буферном режиме с АКБ, предназначен для питания цепей управления вагона, в том числе резервных и вспомогательных, подзаряда АКБ, а также для питания систем освещения кабины и салона, тепловентилятора и кондиционера кабины машиниста, наружного освещения и других электропотребителей вагона.

На вагоне 81-740 установлено три ИПП, а на вагоне 81-741 - два. На головном и промежуточном вагонах один из бортовых источников питания, работающий в буферном режиме с АКБ, предназначен для питания цепей управления вагонов, а также обеспечивает подзарядку АКБ и питание освещения кабины, тепловентилятора и кондиционера кабины. По одному ИПП на головном и промежуточном вагонах обеспечивают работу систем отопления и вентиляции салонов (СОВС). И третий источник питания на головном вагоне обеспечивает работу кондиционера и системы обогрева кабины.

### Устройство источника питания

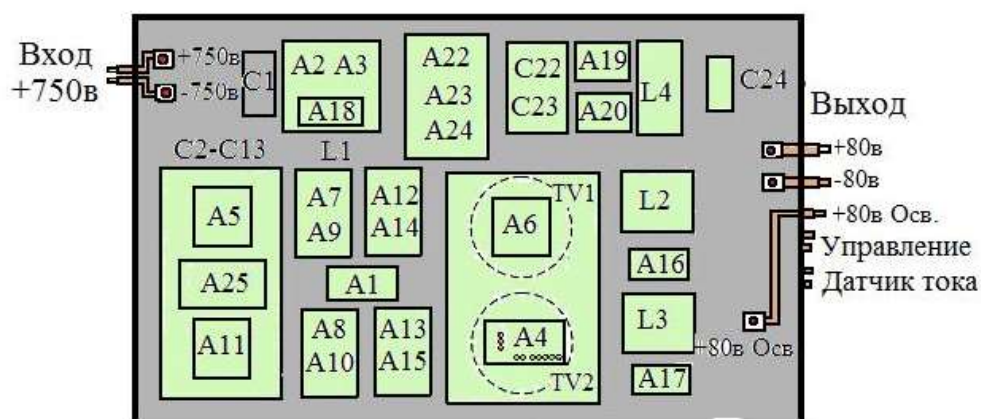


Рис.26 Устройство источника.

<p>A1 – датчик температуры охладителя.  A2, A3, – входные датчики напряжения.  A4 – плата сопряжения с индикацией (HL1 – HL11).  A5, A11 – платы питания собственных нужд (с предохранителями F1 – F4 и индикацией о работе этих плат).  A6 – микропроцессорный контроллер.  A7, A8, A12, A13 – платы управления транзисторными модулями мостов.  A9, A14 и A10, A15 – транзисторные мосты  A16, A17 – диодные модули  A18 – плата согласования с внешними цепями управления.  A19, A20 – датчики выходного тока.  A21 – выходной датчик напряжения.  A22 – плата (управления ключом VT1) подогрева охладителя.  A23 – плата (управления ключом VT2) включения контактора «БК».  A24 – плата (управления ключом VT3) включения освещения.  A25 – плата подачи питания на A7, A8, A12, A13.</p>	<p>C1 и L1 – входной фильтр (с ограничителями напряжений RU1÷RU5 и выравнивающие резисторы R19÷R66  C2÷C13 – электролитические конденсаторы (с балластным резистором 3,9Ом для сглаживания колебаний КС)  C14÷C17 – конденсаторы (для ограничения коммутационных перенапряжений).  C23 и L2, L3 – LC-фильтр (вторичных обмоток трансформаторов)  C24 и L4 – выходной высокочастотный фильтр  TV1, TV2 – силовые трансформаторы.  VT1, VT2, VT3 – транзисторные ключи.</p>
--	---

В источнике (Рис.26) применяется промежуточное инвертирование входного напряжения в переменное (с частотой не менее 15кГц), с последующей передачей переменного напряжения через высокочастотные трансформаторы, после чего осуществляется выпрямление и сглаживание. Подключение источника к контактной сети осуществляться через демпферный резистор сопротивлением 3,9 ом.

Подключение напряжения контактной сети осуществляется на клеммы: +750в «+750в» -750в.«-750в»

Выходное силовое напряжение снимается с клемм: +80в («+80в»), -80в («-80в»).  
+80в для питания цепей освещения – («+80в Освещение салона»).

Внешние сигналы управления источником поступают на разъем:

- «0В (БС)» провод соединен внутри источника с «-80в» бортовой сети
- «Вкл. ИПП» - входной сигнал управления команды на включение источника (уровнем 80в)
- «Вкл. БК» - выходной сигнал управления на включение внешнего контактора (подаётся на катушку контактора «БК» уровнем 80в), подключающего источник к контактной сети 750в
- «Вкл. Осв.» - входной сигнал управления команды на включение освещения (уровнем 80в)
- «Неиспр. ИПП» - выходной сигнал о неисправности источника (замыканием на «0В (БС)» с предельно допустимым током 0,7а)
- «+80в» - напряжение для питания плат источников питания собственных нужд ИПП.

Входной фильтр состоит из конденсатора С1, дросселя L1, ограничителей напряжения RU1 – RU5, выравнивающих резисторов R19 - R66. Фильтр осуществляет ограничения уровня импульсных высокочастотных помех, поступающих как в источник из контактной сети, так и от источника в контактную сеть. Электролитические конденсаторы С2 - С13 совместно с балластным резистором 3,9ом, установленным вне источника, осуществляют сглаживание колебаний напряжения контактной сети.

**Инвертор источника** состоит из двух транзисторных мостов А9, А14 и А10, А15, включенных последовательно относительно питающего напряжения и связанных для деления напряжения со средней точкой батареи конденсаторов. Транзисторные модули мостов являются интеллектуальными устройствами со встроенной в каждый из них схемой защиты по току, перегреву и пониженному напряжению питания цепей управления. Каждый из модулей снабжен соответствующей платой управления (А7, А8, А12, А13), с помощью которых осуществляется гальваническая развязка по цепям управления и контроля аварийного состояния. Конденсаторы С14 - С17 служат для ограничения коммутационных перенапряжений. Нагрузкой каждого из инверторов является первичная обмотка соответствующего силового трансформатора TV1 или TV2, включенного в диагональ транзисторного моста. Напряжение, снимаемое с вторичных обмоток трансформаторов, выпрямляется диодными модулями А16, А17.

Выпрямленное напряжение вторичных обмоток трансформаторов сглаживается LC-фильтром, реализованном на дросселях L2, L3, конденсаторе С23. Выходной высокочастотный фильтр состоит из дросселя L4 и конденсатора С24.

В состав источника входят три датчика напряжения, два из которых (А2,А3) позволяют контролировать входное напряжение и его распределение между мостами инвертора, а третий (А21) контролировать выходное напряжение.

Для контроля выходного тока служит датчик тока (А 19), для выдачи информации о величине выходного тока вовне - датчик тока А20.

Для контроля температуры охладителя используется датчик температуры А1.

Сигналы датчиков А1,А2, А3, А19, А21 поступают на плату микропроцессорного контроллера А6.

**Микропроцессорный контроллер** реализует алгоритм управления инвертором, управляет подогревом модулей (А22, VT1), ограничением нагрузки при их перегреве, включением контактора «БК» (А23, VT2), включением освещения (А24, VT3), подачей питания на платы управления ключей инвертора (А4,А25),осуществляет прием и обработку сигналов срабатывания защит транзисторных ключей (А9, А10, А14, А15, VT1, VT2, VT3) через плату сопряжения А4 и обмен сигналами с внешними цепями управления через плату согласования А18.

**Источник питания** собственных нужд состоит из двух плат питания (А5и А11), преобразующих напряжение аккумуляторной батареи диапазона от 45в до 91в в напряжения требуемого уровня. Во входных цепях плат питания установлены предохранители F1 - F4.

Информация о штатных и аварийных состояниях источника бортового электропитания ИПП выводится на светодиоды, расположенные на плате А4.

### Работа источника

При появлении напряжения не ниже 45в на контакте разъема источника включаются источники питания собственных нужд. При этом на платах А5 и А11 включаются светодиоды, свидетельствующие о включенном состоянии этих плат. Все внутренние платы - потребители источника (кроме А7, А8, А12, А13) получают питание. Микропроцессорный контроллер переходит в режим «Инициализация».

**В режиме «Инициализация»** контроллер проверяет работоспособность внутренних датчиков). Если тестирование сигналов свидетельствует о нормальном состоянии тестируемых устройств, то контроллер переводит источник в режим «Подогрев».

**В режиме «Подогрев»** контроллер проверяет, превышает ли температура охладителя ключ VT1 через плату А22 и начинается локальный подогрев охладителя в непосредственной близости от транзисторных модулей. Если во время подогрева приходит команда «Вкл. ИПП», выполнение ее задерживается до момента достижения температуры  $-18^{\circ}\text{C}$ .

После достижения температуры охладителя уровня  $-18^{\circ}\text{C}$  или выше, контроллер подаёт питание через плату А25 на модули А7, А8, А12, А13 и переводит источник в режим «Работа».

**В режиме «Работа»** контроллер формирует команду «Вкл. БК», по которой получает питание катушка внешнего контактора, подключенная к контакту разъема ИПП. Контактор своим замыкающим силовым контактом замыкает цепь «+750в», и на контакте разъема появляется напряжение контактной сети, заряжаются конденсаторы входного фильтра. После этого в режиме «Работа» при авариях снимается сигнал «Неисправность ИПП» и осуществляется автоматический перезапуск источника.

Входное напряжение и его распределение между мостами инвертора контролируется входными датчиками напряжения, после чего контроллер начинает плавно в течение 2 секунд увеличивать длительность импульсов управления на транзисторных модулях инвертора. На выходе источника появляется плавно нарастающее напряжение. После превышения выходным напряжением напряжения аккумуляторной батареи источник начинает подзарядку этой батареи либо со стабилизацией напряжения на уровне 80в, либо со стабилизацией тока на уровне 125а. Если в процессе работы источника входное напряжение выходит из диапазона  $550\text{в} < U_{\text{вх}} < 975\text{в}$ , контроллер снимает импульсы управления с транзисторных модулей инвертора. После того, как входное напряжение возвращается в указанный диапазон, импульсы управления плавно восстанавливаются.

При превышении температуры охладителя уровня  $+70^{\circ}\text{C}$  контроллер изменяет уставку токоограничения до величины 90а. Если температура охладителя достигает величины  $+80^{\circ}\text{C}$ , контроллер снимает импульсы управления с транзисторных модулей инвертора. После остывания охладителя до температуры ниже  $+80^{\circ}\text{C}$  управление плавно восстанавливает напряжение на выходе с ограничением тока до уровня 90а. После охлаждения охладителя до уровня ниже  $+70^{\circ}\text{C}$  уставка токоограничения увеличивается до 125а.

После подачи внешней команды «Вкл. Освещение.» на контакт «разъема источника питания» контроллер включает ключ VT3 через плату А24. На контакте разъема «+80в Осв.» появляется выходное напряжение источника. Если при включенном освещении входное напряжение находится ниже уровня 550в в течение более 20 сек, контроллер выключает ключ VT3 и снимает напряжение с цепей освещения.

При снятии сигнала «Вкл. ИПП» источник переходит в режим «Стоп», при этом снимается сигнал управления «Вкл. БК» и выполняется разряд входных емкостей С2 -С13.

Источник переходит в режим «Авария» из режима «Работа» в следующих случаях:



- При перекосе напряжения на мостах инвертора более 50% от среднего значения ( $U_{ср}=U_{вх}/2$ )
- При превышении выходным током заданной уставки (125а)
- При срабатывании аппаратной защиты любого транзисторного модуля или ключа
- При снижении температуры охладителя ниже уровня  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Все перечисленные выше режимы «Инициализация», «Подогрев», «Работа», «Авария» индицируются на плате А4 комбинацией светодиодов HL7 и HL8, а состояние переменных (тока, напряжений, температуры) и устройств («Включен контактор БК», «Сработала аппаратная защита силовых модулей» и т.д.) индицируется светодиодами HL1-HL6.

В источнике производится автоматическое повторное включение после срабатывания любой из защит с выдержкой паузы на включение зависящей от скорости разряда входных емкостей, но не менее 5 секунд.

В случае трехкратного срабатывания подряд аварийной защиты одного типа в течение 10 минут, повторное включение возможно только при участии обслуживающего персонала, выполняющего действия по сбросу счётчика однотипных аварий.

### **Включение ИПП**

Подключение ИПП производится тумблером S13 «Включение ИПП», расположенным на вспомогательном пульте машиниста, при этом сигнал (команда) на включение передается в БУП. БУП по манчестерской связи передает эту команду в БУВ-ы вагонов, которые передают ее в ИПП и на всех вагонах включаются ИПП.

Подключение ИПП к высокому напряжению происходит при включении контактора КМ-1.

### **Включение контактора КМ-1**

При включении аккумуляторной батареи на вагоне напряжение батарейное появляется на контакте разъема источника (не ниже 45в), что приводит к включению в ИПП источников питания собственных нужд.

При этом на платах А5 и А11 включаются светодиоды, свидетельствующие о включенном состоянии этих плат. Все внутренние платы - потребители источника (кроме А7, А8, А12, А13) получают питание, микропроцессорный контроллер обрабатывает режимы «Инициализация», «Подогрев», «Работа» (Смотри раздел-Работа источника).

**В режиме «Работа»** контроллер формирует команду «Включение БК» (Рис.27), по которой получает питание катушка контактора КМ-1 (установлен в БК), подключенная к контакту разъема источника. Землю катушка также получает по проводу «ОВ» в ИПП. Контактор КМ-1, включившись своими замыкающими силовыми контактами замыкает цепь «+750в», и на контакте разъема ИПП появляется напряжение контактной сети.



Рис.28 Схема включения источников бортовой сети

Автономным источником питания бортовой сети (Рис.28) является аккумуляторная батарея (АБ), предназначенная для электропитания постоянным током цепей управления вагона и низковольтных вспомогательных цепей.

Дополнительным источником питания бортовой сети является ИПП, предназначенный для преобразования напряжения контактной сети постоянного тока 750 В в постоянное стабилизированное напряжение  $(80 \pm 2)$  вольт.

ИПП и АБ всех вагонов соединены параллельно двухпроводной линией питания, изолированной от корпуса вагонов (плюсовой поездной провод -550, минусовой поездной-500), такое соединение уменьшает возможность короткого замыкания при механических повреждениях изоляции проводов.

Подключение АБ к бортовой сети осуществляется выключателем батареи ВБ-13 на ПМВ, при этом напряжение подается:

- Через контакты включённого автомата защиты SF-1 «питание общее» и диод, на панель поездной защиты (ППЗ)
- Через одну пару контактов включенного автомата защиты SF-32 «цепи уравнивательные» и добавочное сопротивление на поездные провода 549 (550)
- На вольтметр, показывающий напряжение данной АКБ (при условии отключения ВБ на остальных вагонах или отключения автомата «цепи уравнивательные» на этом вагоне)
- На панель вагонной защиты (ПВЗ) (кроме автоматов защиты «открытие левых дверей» и «открытие правых дверей», на которые подаётся напряжение с автомата защиты «двери открытие» на ППЗ)
- На автомат защиты на ПВЗ SF-7 «ИПП»
- Через другую пару контактов включённого автомата защиты «цепи уравнивательные» напряжение поступает с поездных проводов 549 (550) на вагонную схему.
- Через включенные контакты автомата защиты SF-1 "питание общее" поступает питание с АКБ (через плавкий предохранитель, контакты выключателя батарей и диод) и ИПП на ППЗ. Дополнительно по параллельной цепи через диод с проводов 459(550) также поступает питание на ППЗ.

При включении ИПП напряжение источника подается к цепям питания освещения салонов через автомат SF19, постоянное напряжение 80В на подзаряд АКБ и на поездные провода 549 (550).

**Примечание:** При отключённом (выбитом) автомате защиты SF-32 «цепи уравнивательные»:

- Через одни контакты автомата напряжение не будет поступать с АКБ этого вагона на провода 549(550) т. е на другие вагоны
- Через другие контакты автомата, напряжение с других вагонов не будет поступать с проводов 549(550) на подзаряд АКБ и схему управления данного вагона.

Контроль за напряжением бортовой сети осуществляется по вольтметру в каждом вагоне (при включенном ВБ всего состава - напряжение 549,550 проводов), по штатному монитору машинисту. «напряжение бортовой сети»

О включении ИПП, неисправности, включении освещения через БУВ вагонов сигнал по поездной магистрали управления передаются в БУП и устройства отображения информации.

### Источники специального напряжения

Для обеспечения работы отдельных систем вагонного оборудования специальным напряжением на головных вагонах используются дополнительные источники питания - преобразователи и инверторы, к которым относятся:

- Блоки питания фар (БПФ) - 3 шт.
- Блок питания системы видеонаблюдения - 1 шт.
- Инвертор ИН 80/220-1000 - 1 шт.
- Инвертор ИН 80/220-3000 - 1 шт.

### **Состав электрооборудования вагонов 81-740\ 741**

В состав электрооборудования вагонов входят:

- Комплекты электрооборудования тягового привода
- Комплекты вспомогательного электрооборудования
- Электродвигатель компрессорного агрегата
- Аккумуляторная батарея
- Пульты управления поездом и вагоном (ПМО, ПМВ, пульт управления маневровый)
- Приборы и устройства защиты электрических цепей (предохранители, автоматы)
- Электроизмерительные приборы
- Электрооборудование, устройства и приборы систем отопления, обогрева, вентиляции салонов и кабины (тепловентиляторы, блоки управления и коммутации системы СОВС, вентилятор обогрева кабины)
- Блочный термоконтроллер
- Электрооборудование систем освещения салонов, кабины, аппаратного отсека и наружного освещения вагона (светильники «световых линий», светильники освещения кабины, светильники аппаратного отсека, фары, габаритные фонари)
- Аппараты и приборы системы управления движением поезда, безопасности и диагностики «Витязь»
- Аппаратура и устройства АСОТП «Игла»
- Электрооборудование системы видеонаблюдения подвижного состава
- Источники (преобразователи, блоки питания) специального напряжения для питания отдельных электрических систем
- Электрические блоки и устройства системы АГС-8М
- Оборудование и аппаратура информационно-переговорной системы и радиосвязи
- Блоки и устройства контроля скольжения колесных пар
- Различные датчики и сигнальные устройства (охранная сигнализация, датчики положения дверей и др.)
- Электрические устройства пневматических приборов; электрические кабели, жгуты, провода и соединители.
- Модуль силового инвертора напряжения (МСИ)
- Вентилятор охлаждения МСИ
- Блок управления тяговым приводом (БУТП)
- Выключатель быстродействующий (ВБ)
- Линейный контактор (ЛК)
- Зарядный контактор (ЗК)
- Зарядный резистор (Rs)
- Разрядный резистор (Rp)

- Варистор (Rop.1)
- Датчики тока и напряжения (ДТ, ДН)
- Панель промежуточных реле (ПР)
- Источник питания контейнера (ИПК)
- Блок питания вентиляторов (БПВ)
- Конденсатор сетевого фильтра (Сф)
- Промежуточный дроссель (ПД).

### Контейнер тягового инвертора

Контейнер тягового инвертора (Рис.29) предназначен для размещения оборудования (аппаратуры) управления тяговым приводом и питания регулируемым напряжением и частотой асинхронных тяговых двигателей вагона.

Корпус контейнера представляет собой металлическую сварную конструкцию из нескольких секций. Секции контейнера разбиты на отсеки, что позволило отделить силовое оборудование от аппаратуры управления и обеспечить соответствие требованиям электромагнитной совместимости.

Доступ к оборудованию, размещенному в отсеках возможен через их крышки.

Для обеспечения требований безопасности при эксплуатации электрооборудования на крышки нанесены предупреждающие знаки и надписи.

Контейнер (Рис.29) включает в себя все оборудование 3-х фазного частотно-регулируемого асинхронного тягового привода вагона за исключением дросселя сетевого фильтра, тормозного реостата и тяговых двигателей.

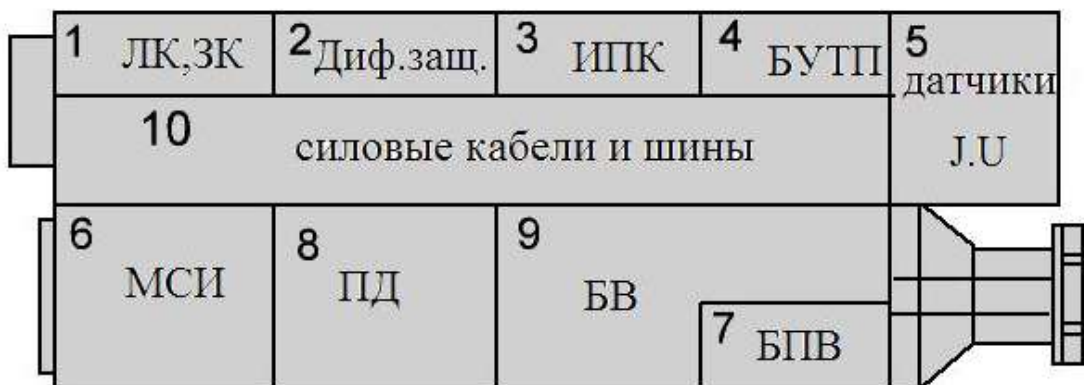


Рис.29 Контейнер тягового инвертора

1	Отсек контакторов	Линейный контактор (ЛК). Зарядный контактор (ЗК); Предохранитель блока питания вентиляторов.
2	Отсек дифференциальной защиты	Датчики входного и обратного тока в цепи силового питания контейнера.
3	Отсек вторичного электропитания	Источник вторичного электропитания цепей управления контейнера (ИПК). Панель промежуточных реле.

4	Отсек блока управления тяговым приводом	Блок управления тяговым электроприводом( БУ Т П).
5	Отсек контакторов Отсек датчиков тока и	Датчики выходных фазных токов и линейных напряжений силового инвертора.
6	Отсек МСИ	Модуль силового инвертора. Конденсатор силового фильтра
7	Отсек БПВ	Блок питания вентиляторов.
8	Отсек ПД	Промежуточный дроссель Датчик напряжения на конденсаторе сетевого фильтра.
9	Отсек ВБ	Быстродействующий выключатель
10	Отсек центральный	Силовые шины и кабели высоковольтных узлов.

### Отсек № 1 (отсек контакторов)

В отсеке расположены линейный контактор (ЛК), зарядный контактор (ЗК) конденсатора сетевого фильтра и предохранитель блока питания вентиляторов. Линейный контактор крепится в отсеке за свои токоведущие шины. Зарядный контактор и предохранитель расположены на крепёжной панели.

#### Линейный контактор (ЛК)

Линейный контактор представляет собой однополюсный электромагнитный контактор постоянного тока с естественным охлаждением.



Рис.30 Расположение в отсеке

#### Основные технические характеристики контактора

Максимальное рабочее напряжение постоянного тока, в	1500
Максимальный рабочий постоянный ток, а	800

Номинальное напряжение цепей управления, в  
Максимальное рабочее напряжение постоянного тока, в  
Номинальный ток, а

72  
110  
1

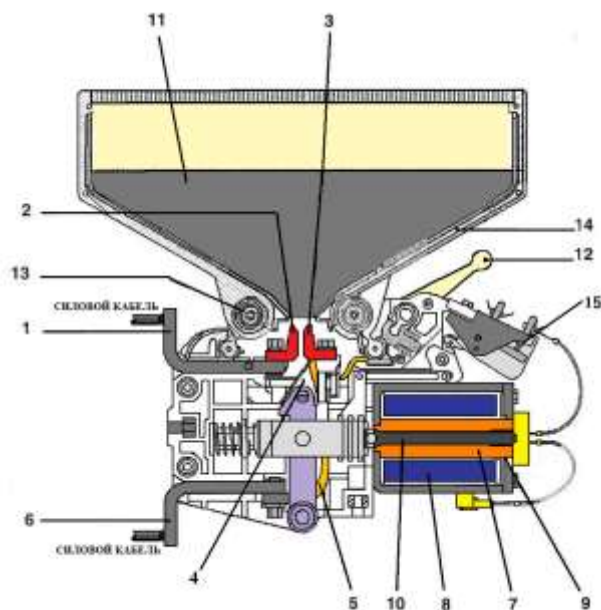


Рис.31 Линейный контактор

Предназначен:

- Для подачи питания 850 в от токоприемников на силовой инвертор в штатном режиме
- Для отключения силовой схемы от контактной сети в аварийных режимах
- Для отключения силовой схемы от контактной сети при реостатном электрическом торможении без рекуперации энергии в контактную сеть
- Для отключения силового инвертора от контактной сети при снижении  $U$  в сети до уровня ниже 530в

### Конструкция контактора

Основная цепь (Рис.31) включает верхний силовой вывод (1), неподвижный контакт (2), подвижный контакт (3), опора подвижного контакта (4), гибкое соединение (5) и нижний силовой вывод (6).

Управляющее устройство включает сердечник (7), катушку (8), магнитопровод (9) и замыкающий стержень (10).

Подвижный контакт 3 регулируется управляющим механизмом с помощью изолирующего рычага. Контакт установлен на пружинах во избежание колебаний и позволяет ему перекапываться по неподвижному контакту, облегчая разрыв электрической дуги при разъединении контактов. Небольшие скользящие движения, когда контакты ослаблены, убирают слой грязи (пыли) или оксида, которые могут образоваться при работе контактора. Дугогасительная камера (11) установлена к контактной группе и закреплена блокирующим рычагом. (12).

Для обеспечения надежного гашения дуги, дугогасящая камера оснащена парой катушек (13), которые проводят ток только во время размыкания. Поэтому, полярность незначительна.

Дугогасительные решетки в камере для деионизации выполняют следующие функции:

- Снижение напряжения дуги
- Эффективное охлаждение дуги.

Вспомогательные контакты (15) могут быть нормально разомкнутыми и нормально замкнутыми в зависимости от того, как рабочие кулачки установлены.

### Работа контактора

Срабатыванием линейного контактора управляет блок управления тяговым приводом.

Линейный контактор всегда отключается при отключении быстродействующего автомата, т.к. в цепи промежуточного реле К3 разрывается блокировка БВ. (Рис.32).

Линейный контактор имеет вспомогательные контакты, используемые для передачи в БУТП информации о состоянии главных контактов.

Схема включения контактора обеспечивает подачу питания от аккумуляторной батареи 75 в для электромагнитных катушек ЛК и ЗК и с БУТП 24в на панель с реле для включения реле К6 и К4.

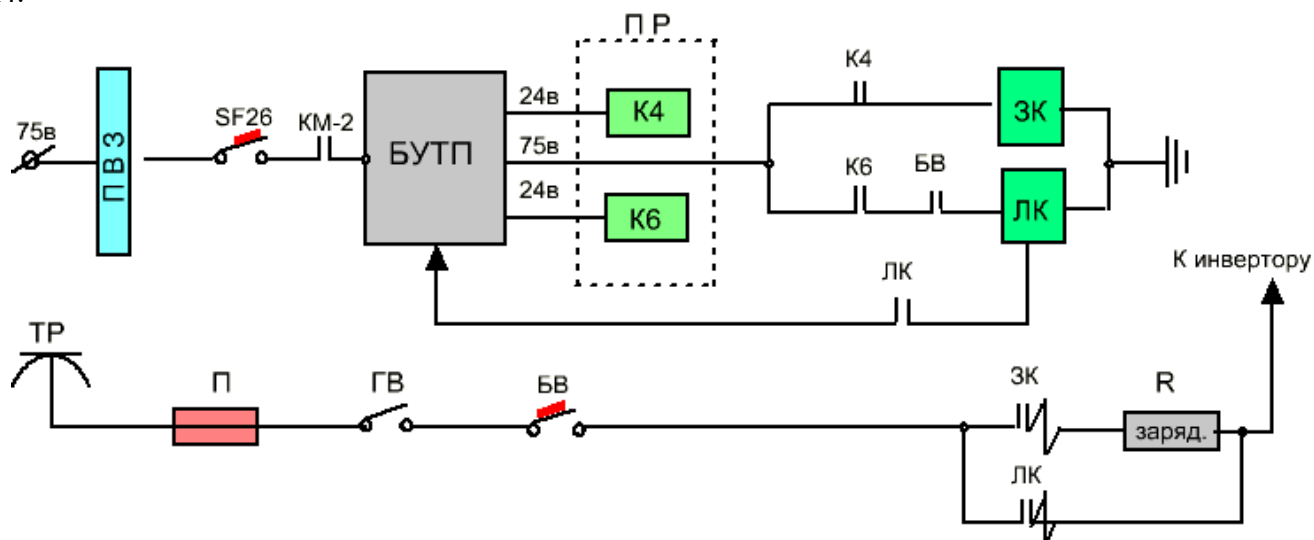


Рис.32 Схема включения контактора

В нормальных рабочих условиях, когда требуется размыкание линейного контактора, сначала снимаются управляющие сигналы с транзисторов МСИ. Таким образом, контактору не требуется разрывать цепь под нагрузкой. Однако, при возникновении аварийной ситуации линейный контактор способен разорвать ток нагрузки.

Кроме того, линейный контактор является частью цепи предварительного заряда конденсатора сетевого фильтра. Перед замыканием линейного контактора на короткое время замыкается зарядный контактор ЗК, подсоединяя к источнику питания 750в конденсатор фильтра через зарядный резистор Rз. При достижении на зарядном конденсаторе Сф требуемой величины напряжения, БУТП формирует сигнал «Управление ЛК» для включения линейного контактора. Сигнал поступает на панель с реле ПР. Включается промежуточное реле К6, замыкается контакт К6 (рис.32) в цепи питания катушка ЛК. Линейный контактор включается, замыкая свой силовой контакт в силовой схеме, подключая модуль силового инвертора к напряжению контактной сети. После чего зарядный контактор отключается, исключая резистор Rз из силовой цепи.



## Зарядный контактор (ЗК)

Предназначен для подключения к контактной сети зарядного сопротивления конденсатора сетевого фильтра с целью ограничения тока заряда конденсатора.

### Конструкция контактора

Контактор является устройством, управляемым электромагнитным полем. Он снабжён двойной размыкающей цепью. Контактор состоит из следующих элементов: якорь, управляющая катушка состоит из двух последовательно включенных катушек. Система контактов вспомогательной цепи, дугогасительные камеры.



Рис.33 Зарядный контактор

Контактор подключает подводимое напряжение 750В контактной сети (Рис.32), через зарядный резистор к инвертору, создавая цепь для заряда конденсатора сетевого фильтра. Контактором управляет блок управления тяговым приводом (БУТП). При замыкании силовых контактов в силовой схеме быстродействующего выключателя начинается процесс заряда конденсатора сетевого фильтра. Нормально разомкнутые силовые контакты контактора на короткое время замыкаются, подключая конденсатор к напряжению 750 В через резистор заряда конденсатора  $R_s$ . После того, как конденсатор зарядился, замыкаются контакты линейного контактора ЛК, шунтируя контакты ЗК и сопротивления  $R_z$ , что приводит к отключению зарядного контактора и тяговый инвертор получает питание через линейный контактор. Таким образом, зарядный контактор замыкается под нагрузкой и размыкается без нагрузки, когда зарядный резистор и контактор зашунтированы контактами линейного контактора.

## Зарядный резистор

Зарядный резистор предназначен для ограничения тока заряда конденсатора сетевого фильтра. Зарядный резистор состоит из четырех постоянных проволочных резисторов. Резисторы закреплены в двух алюминиевых кронштейнах. Кронштейны закреплены на электроизоляционной стеклотекстолитовой плите.



Рис.34 Зарядный резистор

При замыкании контактов зарядного контактора (ЗК) происходит начальный бросок тока из-за заряда конденсатора фильтра. Зарядный резистор конденсатора ограничивает этот ток. При достижении напряжением фильтра заданной величины, с выдержкой времени 1 сек на дозаряд, включается линейный контактор (ЛК), подключая силовой инвертор непосредственно к тяговой сети. При этом контактор ЗК размыкается, предотвращая протекание тягового тока через зарядный резистор, рассчитанный только на ток заряда конденсатора.

## Разрядный резистор

Разрядный резистор обеспечивают безопасный разряд конденсатора сетевого фильтра от напряжения 750в до напряжения менее 50 в в течении 2-х минут, что обеспечивает безопасность проведения профилактических работ перед проведением технического обслуживания.

### Конструкция разрядного резистора



Рис.35 Разрядный резистор

Разрядный резистор конденсатора фильтра состоит восьми постоянных проволочных резисторов. Каждый резистор закреплен в специальном металлокерамическом держателе, установленном на стеклотекстолитовую электроизоляционную плиту. Разрядный резистор устанавливается снаружи отсека 9 контейнера.

Охлаждение резистора – естественное

## Отсек №2 (отсек дифференциальной защиты)

В отсеке расположены два датчика линейного тока (Рис.36), которые измеряют прямой (ДТ1) и обратный (ДТ2) ток тягового привода. Датчик прямого тока и датчик обратного тока установлены на четырех изоляторах, прикрученных к поддерживающим кронштейнам на днище отсека.



Рис.36 Расположение в отсеке

### Датчик тока

Предназначен для формирования электрических сигналов, пропорциональных измеряемому току, и передаче их в БУТП в качестве сигналов обратных связей для управления силовым инвертором и защиты тягового привода от перегрузок.

Датчик тока состоит из преобразователя тока, первичной силовой шины и крепежных накладок, которые фиксируют преобразователь на силовой шине с помощью двух болтов.

Силовые кабели подключаются к шине, проходящей через центр датчика. Провода управления крепятся к четырём клеммам.

Датчик тока представляет собой измерительный преобразователь, работа которого основана на эффекте Холла. Датчик имеет гальваническую развязку между силовой и вторичной (управляющей) цепями датчика тока (ДТ). С выхода датчика снимается ток, величина которого прямо пропорциональна величине тока, текущего в первичной цепи.

### **Отсек №3 (отсек вторичного электропитания)**

В отсеке расположены источник вторичного электропитания цепей управления контейнера (ИПК) и панель промежуточных реле (ПР). Источник питания крепится четырьмя болтами к поддерживающим кронштейнам на днище отсека. Панель реле крепится через отверстия болтами к резьбовым бонкам на задней стенке отсека.



Рис.37 Отсек вторичного

электропитания)

### **Источник питания контейнера**

Источник питания контейнера инвертора (ИПК) предназначен для питания стабилизированным, гальванически развязанным напряжением устройств управления.



Рис.38 Источник питания контейнера

Источник питания (Фото38) представляет собой закрытый алюминиевый ящик с ребрами, внутри которого расположены электронные компоненты источника и 4-х электронных блоков с гальванически развязанными выходами, преобразующими поступающие от бортовой сети вагона напряжение 80 в постоянного тока в четыре разных напряжения питания устройств. Пластина основания источника имеет боковые вылеты с четырьмя крепежными отверстиями. Охлаждение источника естественное.

### **Работа источника**

Электронные блоки создают четыре разных уровня напряжения питания устройств контейнера тягового привода. Каждый канал имеет защиту от снижения и превышения выходного напряжения и от тока короткого замыкания. Срабатывание защиты в любом канале выходного напряжения приводит к полному отключению всех выходных каналов напряжений. Восстановление защиты производится повторной подачей напряжения питания на источник. На передней панели источника горизонтально расположены зеленые светодиоды, которые сигнализируют о том, что выходные напряжения источника находятся в допустимых пределах:

- Индикатор наличия напряжения +24 в для БУТП
- Индикатор наличия напряжения +24 в для датчиков
- Индикатор наличия напряжения +15 в для питания драйверов
- Индикатор наличия напряжения - 24 в для датчиков

Красные светодиоды расположены вертикально сигнализируют о том, что входное и внутреннее напряжения источника находятся в допустимых пределах:

- Индикатор входного напряжения -80 в
- Индикатор напряжения +12 в внутреннего питания

На передней панели также вертикально расположены красные светодиоды, сигнализирующие о срабатывании защиты по соответствующему каналу источника. Внешние разъёмы и шпилька заземления установлены на верхней крышке источника.

### Панель реле (ПР)

Панель предназначена для управления электрическими цепями включения ЛК и ЗК по командам БУТП, а также для формирования сигналов направления движения и признака управления для БУТП по командам БУВ и с пульта машиниста.



Рис.39 Панель реле

Панель реле - текстолитовая плата с установленными на ней электромеханическими реле с электрическими и электронными компонентами. На панели установлены четыре реле типа RT16. Два малогабаритных реле для связей с БУВ установлены на печатной плате. Связь панели реле с электрическими цепями контейнера осуществляется через разъем.

Панель реле получает питание:

- От бортовой сети через БУТП и пульт машиниста - 80в
- От БУВ -24 в

### Назначение реле

- К 1 - Промежуточное реле команды направления движения «Вперед», поступающей с БУВ
- К 2 - Промежуточное реле команды направления движения «Назад», поступающей с БУВ
- К 3 - Промежуточное реле цепи управления линейным контактором (ЛК)
- К 4 - Промежуточное реле цепи управления зарядным контактором (ЗК)
- К 6 - Реле выбора цепей управления направлением движения от основного или резервного реверсора.

### Отсек №4 Отсек управления тяговым приводом

В отсеке расположены блок управления тяговым приводом БУТП и тумблер выключения питания блока «+24в».



Рис.40 Блок управления тяговым приводом

Блок представляет собой металлический каркас с передней лицевой панелью и задней крышкой. На лицевой панели блока расположен соединитель для подключения технологического жгута контроля сигналов БУТП.

В закрытом прозрачном окне расположен батарейный отсек и панель светодиодной индикации. Внутри каркаса размещается базовая узловая плата блока, в которую устанавливаются и крепятся остальные печатные платы электронных узлов блока.

Блок управления крепится к несущей раме четырьмя болтами М 6 по углам каркаса блока. Тумблер крепится на скобу, расположенную на левой боковой стенке внутри отсека.

**БУТП обеспечивает выполнение следующих основных функций**

- Управление быстродействующим выключателем (ВБ)
- Контактными аппаратами ЛК и ЗР
- Тормозным чоппером
- Силовым инвертором питания тяговых двигателей в режиме тяги и торможения
- Электронную защиту силовых цепей тягового электрооборудования в аварийных режимах
- Управление силой тяги торможения двигателей при загрузке вагона
- Защита от юза и буксования колесных пар
- Эксплуатационные задачи и функции самодиагностики, включающие в себя проверку самоинициализации

### Отсек № 5 (отсек датчиков тока и напряжения)



Рис.41 Датчики тока и напряжения

В отсеке расположены два одинаковых датчика фазных токов инвертора: ДТа и ДТв и два одинаковых датчика линейных напряжений: ДН аБ и ДН са. Датчики крепятся на скобы на днище отсека при помощи изоляторов. Датчики напряжения установлены на скобе, расположенной в верхней части отсека. В отсеке датчиков (с выходом наружу) размещена ответная часть соединителя для подсоединения кабеля питания двигателя вентилятора МСИ и клемма его заземления.

Подсоединение 12 проводов четырех двигателей вагона осуществляется на трех П-образных шинах, установленных на конце шинных соединений отсека.

#### Датчик напряжения

Предназначен для формирования электрических сигналов, пропорциональных измеряемому напряжению, и передаче их в БУТП в качестве сигналов обратной связи для управления силовым

инвертором и защиты тягового привода от перегрузок. Датчик является неразъемным устройством. Резистор первичной обмотки расположен в корпусе датчика. Силовые кабели, провода управления и провода заземления подключаются к семи клеммам.



Рис.42 Датчик напряжения

В контейнере тягового инвертора расположены три датчика напряжения :

- Датчик линейного напряжения (ДУл) измеряет напряжение  $U$  с конденсатора сетевого фильтра тягового привода
- Датчики линейного напряжения ДУ1 и ДУ2 на выходе силового инвертора

### Работа датчика

Датчик напряжения представляет собой измерительный преобразователь, основанный на эффекте Холла. Датчик имеет гальваническую развязку между первичной (силовой) и вторичной (управляющей) цепями. С выхода датчика снимается ток, величина которого прямо пропорциональна величине напряжения, приложенного к первичной цепи.

## Отсек № 6 (силовой инвертор)

В отсеке расположены два конденсатора сетевого фильтра  $C_f$  (Рис.43) и силовой инвертор (МСИ).

Модуль силового инвертора (МСИ) преобразует входное напряжение контактной сети постоянного тока в 3-фазное напряжение переменного тока для питания асинхронных тяговых двигателей вагона. В состав МСИ так же входит тормозной реостат (чоппер) тягового привода.

Управление силовым инвертором осуществляется блоком БУТП, который формирует импульсы управления транзисторами МСИ. Управление силовым инвертором осуществляется по методу широтно-импульсной модуляции.





Фото.43 Конденсаторы сетевого фильтра



Фото.44 Силовой инвертор

Конденсаторы расположены друг за другом и зафиксированы скобами. Инвертор установлен в отсеке под конденсаторами и блоком питания вентиляторов (БПВ). В нижней части модуля сделан воздушный канал, который позволяет воздуху, продуваемому вентилятором, обдувать радиатор.

Трёхфазный инвертор (Рис.44) состоит из пятнадцати IGBT-модулей, соединённых параллельно. Реостатный чоппер состоит из пяти IGBT-модулей, так же соединённых параллельно.

Каждый IGBT модуль включает в себя по два транзистора и обратных диода. Все IGBT установлены на охладителе с принудительной вентиляцией. На охладителе также установлены три термостата, контролирующие его температуру.

Модуль инвертора имеет низковольтный разъем цепей управления. Подключение силовых цепей постоянного и переменного тока осуществляется через шины.

В пазы держателей с лицевой стороны МСИ вставлены три печатные платы драйверов управления силовыми транзисторами. Плата драйвера управления транзисторами чоппера тормозного реостата установлена на стеклотекстолитовом держателе силового инвертора.

## Отсек № 7 Блока питания вентиляторов ( БПВ)

Отсек представляет собой нишу, куда вставляется БПВ.

Блок предназначен для питания асинхронных двигателей вентиляторов охлаждения тормозного резистора и модуля силового инвертора.



Блок питания вентиляторов состоит из электрических и электронных компонентов, размещённых в стальном корпусе. Корпус имеет вентиляционные отверстия и радиатор, установленный в передней части. БПВ устанавливается таким образом, что корпус находится внутри контейнера тягового инвертора, в то время как радиатор выходит наружу и служит крышкой отсека БПВ, чем достигается герметизация отсека и хорошее охлаждение ребер радиатора набегающим потоком воздуха. На радиаторе расположен болт для подключения внешнего кабеля заземления. Внешние кабели высокого напряжения и цепей управления подключаются с задней стороны корпуса БПВ. Вентилятор инвертора предназначен для охлаждения радиатора модуля силового инвертора и представляет собой вентилятор осевого типа.

Вентилятор крепится своим фланцем выходного сопла к фланцу наружного воздуховода контейнера тягового инвертора.

Двигатель вентилятора вращает крыльчатку, создавая поток воздуха в воздуховоде контейнера тягового инвертора через рёбра радиатора охлаждения МСИ.

Выход воздуха осуществляется в выходное отверстие в днище контейнера тягового инвертора. Вентилятор работает постоянно как в тяговом и тормозном режимах, так и на стоянке поезда.

При скорости движения вагона меньше 10 км/ч блок питания вентиляторов переводит его в работу на скорости вращения 1400 об/мин. Это обеспечивает при подъезде к станции и на станции снижение шума, создаваемого работой вентиляторов.

БПВ защищен от бросков тока, которые могут возникать в контактной сети предохранителем на 31,5 а (Рис. 47), который не позволяет также блоку питания вентиляторов, при неисправности, потреблять слишком большой ток из сети. Предохранитель состоит из глазурованной фарфоровой трубки, внутри которой находится серебряная плавкая вставка, по краям которой расположены клеммы для крепления в защищенный пружинный держатель.



Рис. 47 Предохранитель

### Отсек № 8 (Отсек промежуточного дросселя )

В отсеке расположен промежуточный дроссель фильтра и датчик линейного напряжения ДНУс, который измеряет напряжение  $U_c$  на конденсаторе сетевого фильтра тягового привода.



Рис. 48 Промежуточный дроссель фильтра

Дроссель крепится к днищу отсека при помощи двух крепёжных пластин. Датчик напряжения установлен на скобе, расположенной в верхней части отсека. Конденсатор совместно с дросселем составляют LC-фильтр низких частот. Эта цепочка уменьшает колебания тока, создаваемые инвертором и тем самым уменьшают помехи, передающиеся в сеть, а также защищает тяговое оборудование от бросков напряжения в контактной сети.

### Работа дросселя

Дроссель (Рис.48) представляет собой низкоиндуктивную катушку, навитую силовым кабелем в отверстия электроизоляционной панели. Промежуточный дроссель L является частью звена постоянного тока, включённого между конденсатором главного фильтра Сф и конденсатором модуля силового инвертора Си. Промежуточный дроссель фильтра сглаживает колебания тока, которые могут возникать между конденсаторами колебания тока и могут быть вызваны зарядкой конденсатора фильтра при проезде токоразделов и отключением БВ.

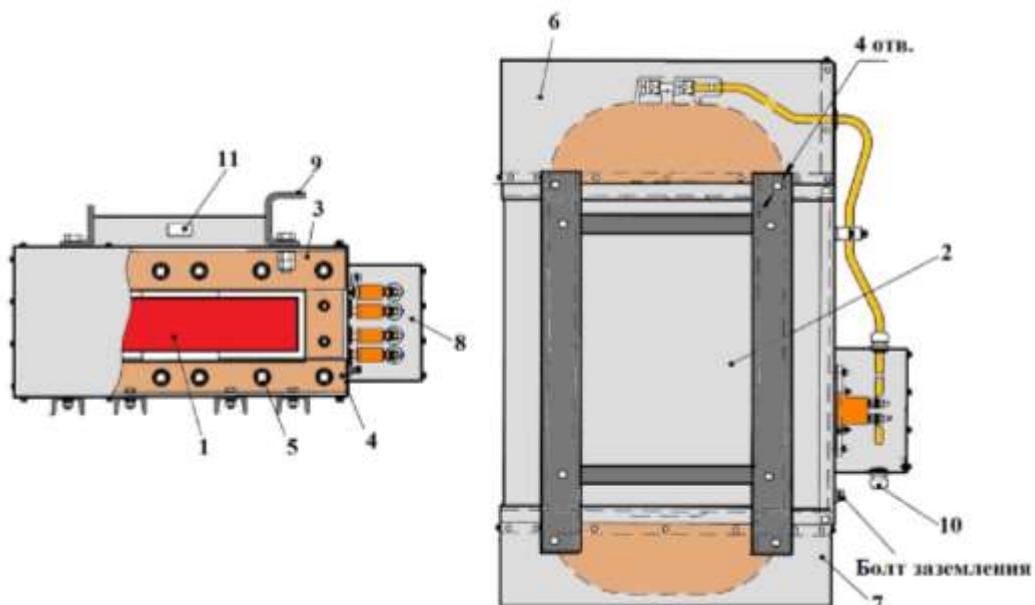


Рис. 49 Дроссель сетевого фильтра.

Дроссель (Рис. 49) состоит из медной катушки (1), которая крепится на магнитопроводе бронестержневого типа. Магнитопровод выполнен из шихтованной стали и стянут в пакет уголками (3), (4) и шпильками (5). Кожухи (6) и (7) служат для защиты выступающих за магнитопровод частей катушки от механических повреждений. Для герметизации подвода внешних кабелей имеется клеммная коробка (8). К раме вагона дроссель крепится с помощью скоб (9) четырьмя болтами. Подвод внешних кабелей к клеммам дросселя производится через четыре кабельных ввода (10). Рядом с клеммной коробкой расположен болт заземления.

### Конденсатор сетевого фильтра

Конденсатор сетевого фильтра служит малоиндуктивным источником напряжения для силового инвертора и реостатного тормозного чоппера. Контейнер тягового инвертора содержит два конденсатора фильтра (Сф1 и Сф2).



Рис.50 Конденсатор сетевого фильтра

Конденсатор является неразъёмным устройством, не содержащий жидкостей. Внешние электрические соединения производятся к четырем клеммам. Также конденсатор имеет клемму заземления.

### Отсек № 9 Отсек выключателя быстродействующего ( БВ )

Выключатель быстродействующий предназначен для защиты силовой цепи от токов короткого замыкания.

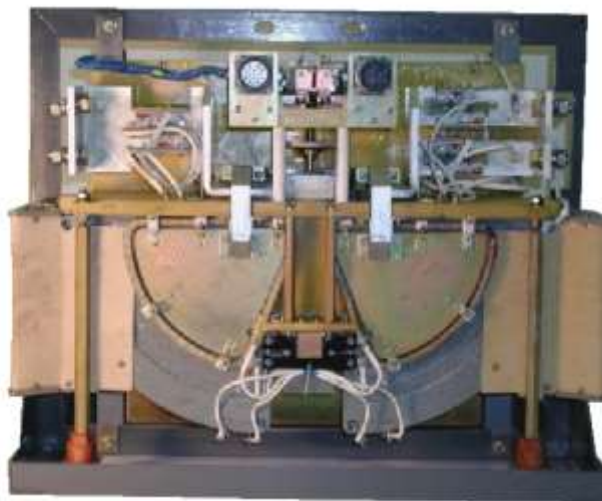


Рис. 51 Выключатель быстродействующий

Закреплен в стальном сварном каркасе при помощи 4-х болтов и двух поддерживающих изолированных шпилек. Два круглых соединителя служат для передачи сигналов управления выключателем и сигналов вспомогательных контактов ВБ. Подключение силовых внешних кабелей осуществляется к шинам выключателя.

### Работа выключателя

После включения выключателя батарей (ВБ) напряжение источника питания поступает в контейнер тягового привода и через 5-10 секунд автоматически включается ВБ, т.к. в блоке управления тяговым приводом (БУТП) формируется команда управляющему реле системы управления ВБ на его включение.

Примечание: Электронная система управления ВБ находится рядом с ВБ

Если, в результате какой-либо неисправности быстродействующий выключатель не включился, то БУТП автоматически повторяет три попытки включения ВБ, после чего формируется сигнал «Блокировка ВБ», запрещающий дальнейшее включение выключателя, и на монитор машиниста выдается сигнал о неисправности тягового привода («Неисправность ТП»). При отключении быстродействующего выключателя ВБ в процессе работы привода по сигналу БУТП или по сигналу его собственной защиты от тока КЗ - БУТП автоматически производит повторное включение ВБ. Выдержка времени на повторное включение (4,5 - 5,5сек), но не более трех раз в течение 30 сек, после чего формируется сигнал «Блокировка ВБ».

При выключении ВБ линейный контактор (ЛК) выключается. Отсек снабжен вентиляционной решеткой для доступа воздуха. Остальные отсеки являются непроницаемыми для попадания внутрь влаги и пыли. Герметизация отсеков достигается использованием специальных уплотнений под крышками отсеков.

## Процесс замыкания и размыкания силовых контактов БВ

### а) Контакты замкнуты

Положение, когда  $F(\text{сила}) \text{ пружины} \geq F(\text{силе}) \text{ магнитного потока}$ .

Подвижный рычаг находится в равновесии, так как сверху его упирает возвратная рейка, а в средней части упор от изолированного наконечника (катушка под напряжением и якорь катушки оказывает давление на наконечник). В нижней части рычага сила  $F$  пружины больше  $F$  магнитного потока и размыкающий рычаг не может выйти из зацепления с изолированным рычагом.

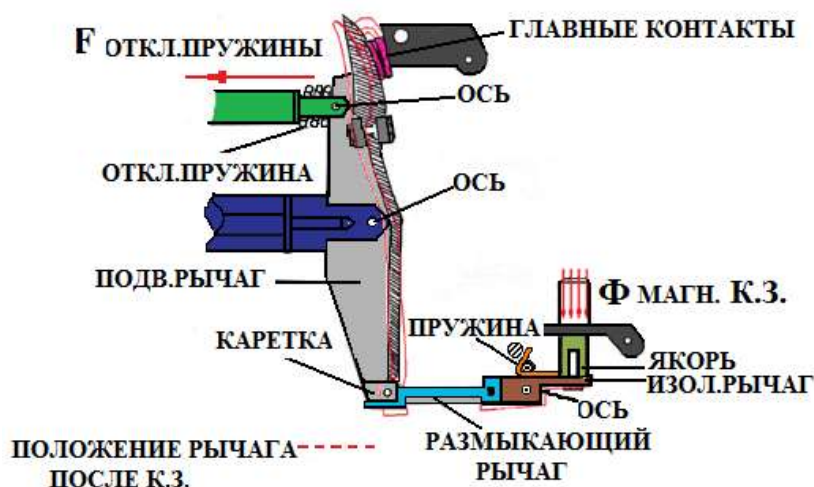


Рис. 52 Замыкания и размыкания силовых контактов

### б) Контакты разомкнуты

Положение, когда произошло короткое замыкание. Ток короткого замыкания увеличивает силу  $F$  магнитного потока - пружина не в силах удержать изолированный рычаг, который скреплен с якорем (втягивается силой магнитного потока) и он, рычаг преодолевая силу пружины, поворачивается вокруг оси, освобождая от зацепления замыкающий рычаг. В результате чего нижняя точка подвижного рычага теряет упор и рычаг на каретке поворачивается вправо, далее этот рычаг в средней упорной точке поворачивает рычаг против часовой стрелки. Отключающая пружина отрывает главные контакты, что приводит к отключению БВ.

### Срабатывание БВ по команде БУТП

При поступлении сигнала с БУТП на систему управления БВ на его отключение с катушки электромагнита снимается питание, при этом якорь, вместе с управляющей рейкой и изолированным наконечником, силой возвратной пружины, отрывает подвижный рычаг от неподвижного контакта.

### Срабатывание БВ при перенапряжении в контактной сети.

При перенапряжении в контактной сети БУТП осуществляет:

- 1-й уровень защиты - по сигналам электронной защиты включает чоппер тормозного резистора
- 2-й уровень - если напряжение по каким-либо причинам не понижается БУТП дает команду через систему управления БВ на принудительное его отключение
- При срабатывании дифференциальной защиты в режиме тяги (в силовой схеме смотри датчики ДТ1 и ДТ2 дают сигнал БУТП, который принудительно отключает БВ.

**Примечание:** При отключении БВ всегда отключается линейный контактор (Рис.32), т.к. в цепи катушки ЛК разрывается собственная блокировка БВ.

## **Отсек №10 (Отсек центральный)**

Отсек предназначен для монтажа в нем силовых шин и кабелей высоковольтных цепей. Шины крепятся к верхней крышке отсека к поддерживающим кронштейнам через изоляторы. Силовой электроустановка внутри контейнера выполнен в отсеке с помощью медных шин и кабелей, закрепленных на высоковольтных изоляторах. Провода управления соединяются с аппаратурой контейнеров посредством специальных разъемов, наконечников и зажимов.

## **Тормозной резистор**

Модуль тягового инвертора оснащён реостатным тормозным резистором, который гасит электрическую энергию, вырабатываемую генераторами при электрическом торможении, когда тяговая сеть не принимает энергию. При этом ток, вырабатываемый генераторами, замыкается через тормозной резистор.

Тормозной резистор снабжен вентилятором, закрепленным на фланце в конце блока резистора. Питание вентилятор получает от блока питания вентиляторов, который содержит для этой цели отдельный инвертор (Смотри силовую схему). При работе вентилятор продувает через резистор воздух, который охлаждает его. Вентилятор тормозного резистора работает постоянно в тяговом режиме, в тормозном режиме и на стоянке. При скорости движения вагона меньше 10 км/час блок питания вентиляторов переводит его в работу на скорости вращения 1420 об/мин, что обеспечивает при подъезде к станции и на станции существенное снижение шума от работы вентилятора и охлаждение тормозного резистора.

Во входном сопле установлена решётка, чтобы предотвратить попадание в вентилятор посторонних предметов. Сопло для выхода охлаждающего воздуха расположено на другом конце резистора и оборудовано защитной решёткой. Вентилятор снабжён датчиком вращения.).

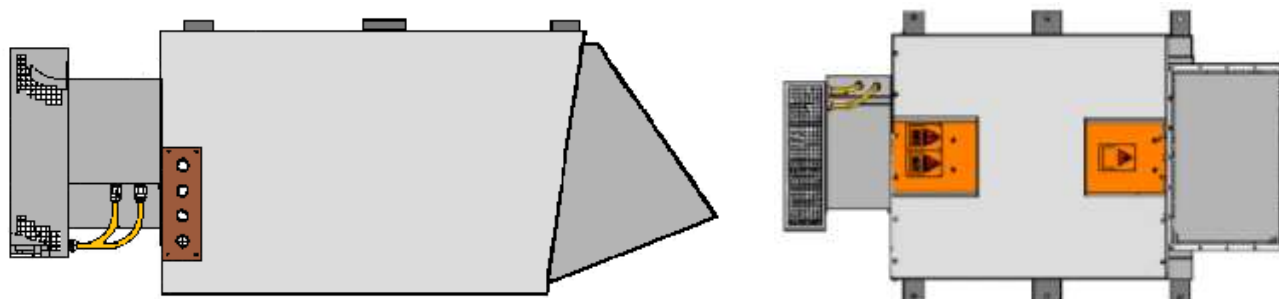


Рис. 53 Общий вид тормозного резистора

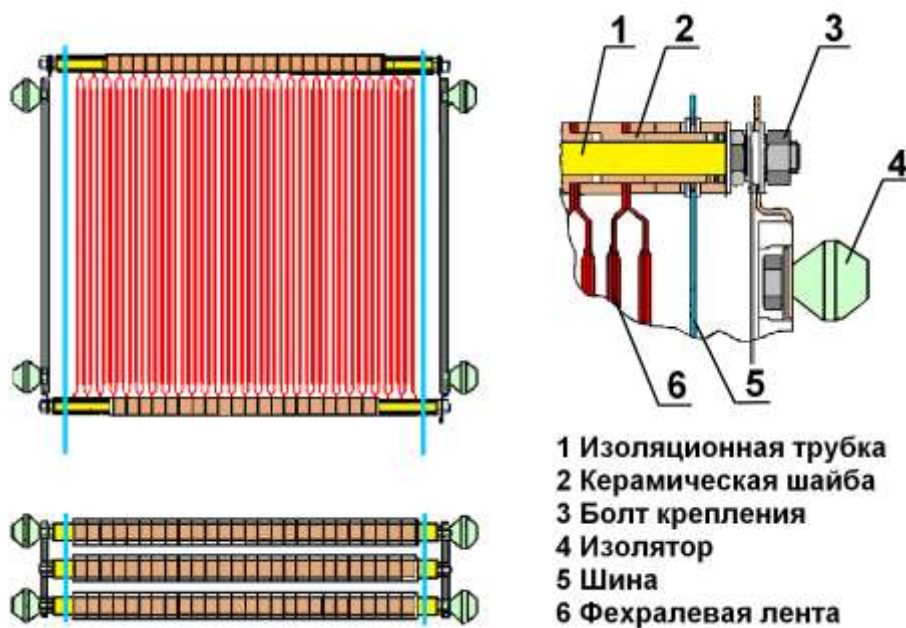


Рис. 54 Конструкция тормозного резистора

Тормозной резистор (Рис. 54) состоит из трёх секций, соединённых последовательно. Каждая секция состоит из трёх резисторных элементов, соединённых параллельно. Основной частью каждого элемента являются проводящие ленты, соединённые точечной сваркой. Элемент крепится к боковой пластине при помощи двух болтов 3, изолирующих трубок 1 и керамических шайб 2. Каждая секция закреплена на изоляторах 4 по 4 с каждой стороны на боковых крышках корпуса. Внешние кабели подключаются к шинам 5, приваренным к резисторным элементам. Со стороны вентилятора находится болт заземления.



## Датчик частоты вращения ротора двигателя (ДВЧ)

Датчик предназначен для измерения числа оборотов вала якоря тягового двигателя.



Рис. 55 Установка датчика частоты вращения

Датчик частоты вращения (Рис.55) состоит из измерительной головки в стальной оболочке (1), проводника (2) и разъема соединителя. Стальная оболочка с фланцем крепления позволяет установить измерительную головку рядом с зубчатым колесом на не приводном конце вала двигателя

Работа чувствительного элемента ДЧВ основана на эффекте Холла. Чувствительный измерительный элемент головки определяет момент прохождения зубца рядом с ним. Каждый раз, когда зубец колеса проходит перед элементом, выход датчика меняет состояние. Таким образом, на выходе датчика образуется последовательность электрических импульсов, частота следования которых пропорциональна частоте вращения вала двигателя.

## Блок распределительного устройства ( БРУ-03)

Блок предназначен для ручного отключения силовых цепей вагона от токоприемника и их заземления, а также защиты высоковольтных силовых и вспомогательных цепей с помощью предохранителей от токов короткого замыкания и перегрузок. Рабочее номинальное напряжение блока 750в, номинальный ток 630 а, вид привода - ручной.

БРУ устанавливается на кронштейнах рамы вагона, без изоляторов. Сверху над ним установлен резиновый водоотталкивающий козырек.

### Конструкция блока



Рис.56 Блок распределительного устройства

Блок представляет собой металлический корпус (Рис.56), внутри которого на текстолитовой панели закреплены блок предохранителей и блок разъединителя.

На текстолитовой панели установлены предохранители и сопротивление:

- Предохранитель FU1 на 500 а. Защита силовой цепи вагона
- Два предохранителя плавких FU4, FU5 на 10 а. Защита ИПП-10 и ИПП-6
- Предохранитель плавкий FU3 на 20 а. Защита двигателя моторкомпрессора
- Два предохранителя плавких FU7, FU8 на 40 а. Защита цепей отопления салона
- Предохранитель плавкий FU2 на 63 а. Защита высоковольтных вспомогательных цепей
- Сопротивление добавочное R. Защита вольтметра

Блок разъединителя представляет собой текстолитовую плиту, на которой установлен нож разъединителя (ГВ). Управление ГВ производится с помощью реверсивной рукоятки, который предусматривает два рабочих положения:

- Подключение входной клеммы к высоковольтным цепям вагона - рукоятка привода вверх
- Отключение силовой цепи вагона от высокого напряжения и закорачивание ножей разъединителя вспомогательным контактом на корпус блока - рукоятка привода вниз

Внутри блока предусмотрены места для установки огнетушителя типа ОСП и датчика температуры.

### **Блок ограничивающих резисторов. (БОР-6)**

Блок предназначен для размещения в нем ограничивающих резисторов цепи двигателя мотор-компрессора и в первичной цепях ИПП-10 и ИПП-6.

Номинальное напряжение 750 в, номинальное сопротивление ступеней 3,36/16,8 Ом.



Рис. 57 Блок ограничивающих резисторов

Конструктивно блок (Рис. 57) представляет собой металлическую конструкцию на металлических стойках которой закреплены восемь резисторов различного номинала. Конструкция защищена металлическим кожухом, состоящим из двух частей, на каждой из которых имеется болт заземления и нанесен знак «безопасности». Зона ввода проводов закрывается легкоъемными защитными крышками, исключающими возможность касания токоведущих частей. Резисторы изготовлены из фехральной ленты, намотанной на ребро и смонтированной на фарфоровых изоляторах, укрепленных на стальном держателе. К фехральной ленте с двух сторон припаяны медные выводы. Блок резисторов подвешивается к раме вагона на металлических стойках без изоляторов и закрепляется в четырех точках.

### **Блок коммутации цепей управления (БКЦУ)**

Блок предназначен для бесконтактной коммутации цепей питания и управления низковольтных потребителей в зависимости от положения контроллеров реверса основного и резервного управления.



Рис. 58 Блок коммутации цепей управления

Блок представляет собой металлическую конструкцию прямоугольной формы, состоящую из корпуса и крышки. Элементы блока смонтированы внутри корпуса. Блок установлен в аппаратном отсеке вагона.

В состав блока входят:

- Модуль электропитания
- Модуль логической обработки

- 10 твердотельных реле серии 1-DC
- 10 демпферных диодов
- Разделительный диод
- Штепсельный разъем типа 7P-52.

Блок имеет 16 выходных каналов по различному номинальному току. Выходное напряжение 75 в или «0».

### Блок контактора (БК-01)

Блок предназначен для подключения источников бортового электропитания или других нагрузок с потребляемым током до 10 а к высоковольтной цепи вагона.



Рис.60 Крепление контактора в ящике

БК-01 представляет собой металлический ящик одностороннего обслуживания со съемной крышкой. В центре ящика на изоляционной панели с помощью болтов закреплен контактор типа МК1-20М. На боковых стенках блока установлены вводы кабельные для подсоединения силовых проводов и проводов управления.

Блок устанавливается под вагоном и крепится к балкам двумя болтами

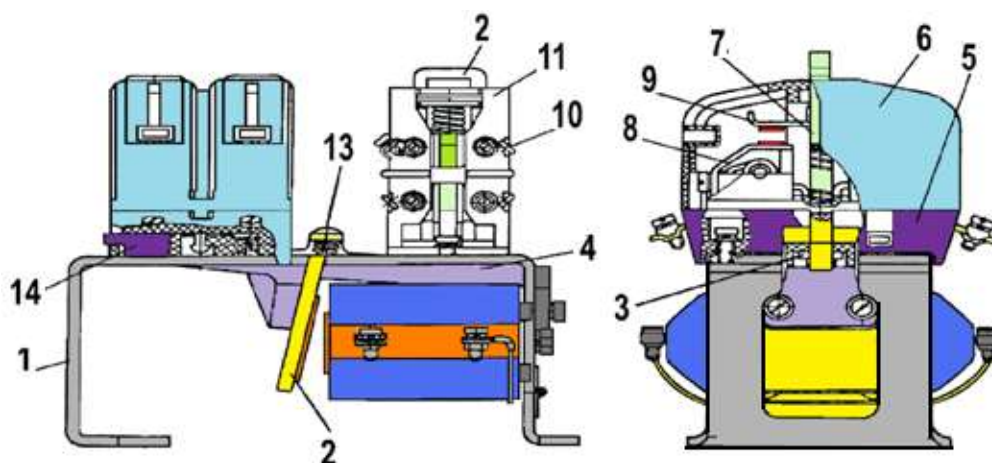


Рис.59 Контактор МК1-20М

Конструкция контактора (Рис.59) многоблочная.

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 контактными траверсами 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).

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

При протекании тока по катушкам электромагнита создается магнитный поток, который замыкается по сердечнику, скобе, якорю и воздушному промежутку. Якорь электромагнита притягивается к сердечнику и контакты замыкаются.

При обесточивании катушки под действием возвратных пружин якорь возвращается в исходное положение и контакты размыкаются.

Возникшая электрическая дуга, выдувается магнитным полем постоянных магнитов в дугогасительную камеру, где дуга растягивается, охлаждается и гаснет.

### **Блок вспомогательной контактной аппаратуры (БВКА-03)**

Блок предназначен для выполнения переключений в цепях управления и вспомогательных цепях вагона.

Блок БВКА представляет собой металлический ящик со съемной крышкой, внутри которого смонтировано оборудование.

В верхней части блока предусмотрены места для установки огнетушителя типа ОСП с датчиком срабатывания ДС. Для присоединения внешних проводов высоковольтной цепи и датчика ДС предусмотрены кабельные выводы. БВКА подвешивается к раме вагона на четырех болтах.



Рис. 61 Ящик блока БВКА

В блоке БВКА установлены:

- Электромагнитный контактор типа МК1-20 (по схеме – КМ1)
- Электромагнитный контактор типа МК1-10 (по схеме - КМ2)
- Реле типа ТРТП (по схеме – КК1)
- Панель датчика тока и напряжения ПДНТ-01
- Пять диодов (по схеме – VD1 – VD5)
- Розетка РД1-1 (по схеме – XS1).

Контактор КМ1 предназначен для подключения электродвигателя компрессора к контактной сети.

Контактор КМ2 предназначен для включения и отключения цепей управления тягового электропривода (БУТП).

Панель датчика тока и напряжения ПДНТ предназначена для контроля тока, потребляемого электродвигателем компрессора.

Диоды VD2, VD5 – разрядные, а диоды VD1, VD3, VD4 – развязывающие в цепях управления контакторами КМ, КМ

2.

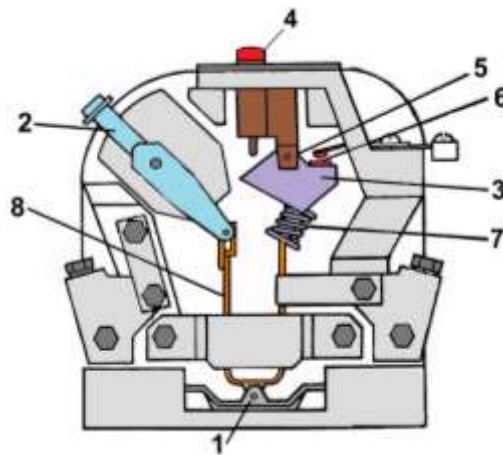


Рис. 62 Тепловое реле

Примечание: Для защиты электродвигателя компрессора от токов, превышающих рабочие значения на вагоне применено тепловое реле ТРТП-122 (рис.62).

Состоит:

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 реле ТРТП-122Р

Ток номинальный теплового элемента, а  
Напряжение номинальное, в

11,5  
750

Ток наибольший продолжительного режима, а	13
Мощность потребления главной цепью реле, Вт	7,2
Время срабатывания при токе 70 а, сек	6,5
Масса, кг	0,55.

### Токоотвод (УТ-01)

Токоотвод (заземляющее устройство) предназначен для осуществления электрической связи силовых цепей тягового электропривода с ходовыми рельсами, к которым подключен минусовой вывод источника питания тяговой сети. Электрическая связь осуществляется через медно-графитовые щетки, скользящие по оси колесной пары.

Крепление токоотводов к буксе производится четырьмя болтами. Токоотводы УТ-01 устанавливаются на буксах колесных пар тележек вагона, как моторных, так и не моторных, по одному токоотводу на колесную пару и крепится четырьмя болтами.



Рис. 63 Токоотвод

Токоотвод состоит из корпуса и крышки, выполненных из текстолита с нанесением специального защитного покрытия. В корпусе токоотвода размещается рычаг, который посредством пружины обеспечивает контактное прижатие щеток к диску, установленному на торцевую часть оси колесной пары.

Подвод тока осуществляется с диска через щетки на шину, к которой крепится болтом подходящий провод. Отвод тока с щеткодержателя осуществляется через контактные площадки шунтов щеток, прижатых к диску, установленному на торцевую часть оси колесной пары. Надежное прилегание щеток к диску обеспечивается прижимным устройством, имеющим в своем составе рулонную пружину и фиксатор.

## Токоприемник

Токоприемник рельсовый типа ТР-7Б с пневматическим приводом осуществляет нижний токосъем электроэнергии постоянного тока 750 в с контактного рельса для питания высоковольтных силовых и вспомогательных цепей вагона.

Токоприемник устанавливается на передние моторные и не моторные тележки головных и промежуточных вагонов.

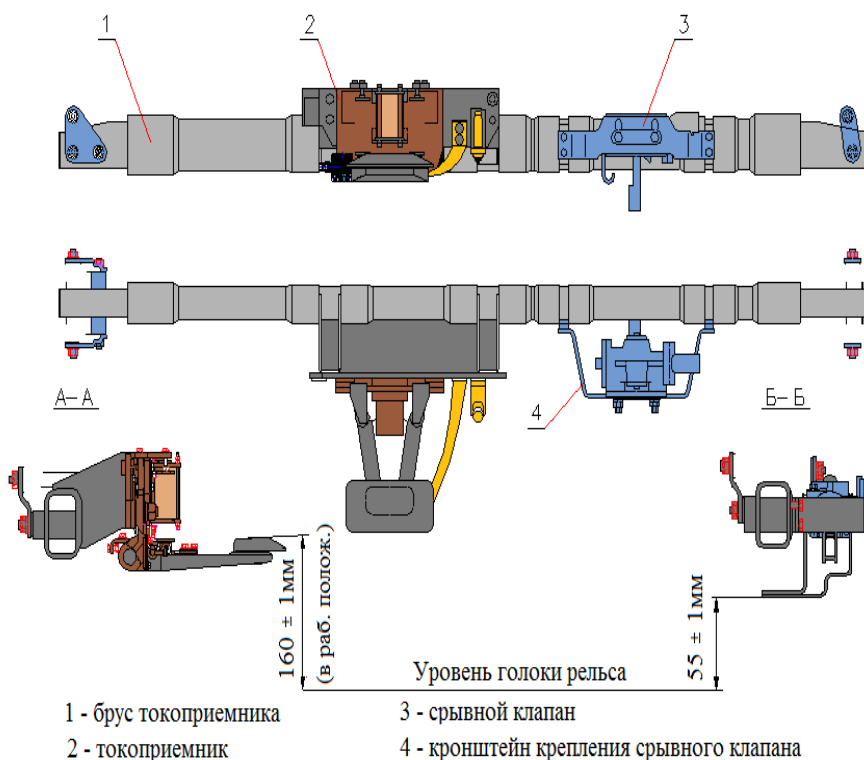


Рис. 64  
Токоприемник

Рис. 65 Подвеска токоприемника и срывного клапана

Токосъем осуществляется контактной поверхностью башмака, который крепится к рычагу при помощи четырех болтов.

Рычаг шарнирно связан с кронштейном, на котором крепится пневматический привод. Кронштейн с приводом устанавливается на основании. Основание и кронштейн имеют рифленые поверхности, обеспечивающие надежное фиксированное положение кронштейна относительно основания. Конструкция основания и кронштейна дают возможность



перемещения последнего относительно основания на 30 мм. Рычаг и основание имеют электрическое соединение с помощью гибкого токопроводящего кабеля (шунта) Для фиксации рычага в крайнем нижнем положении при нарушении целостности пружин служат угольники, а для фиксации башмака в крайнем верхнем положении - эксцентрики. Основание токоприемника закрепляется на брус (Рис. 65) при помощи двух направляющих втулок. Брус служит изолятором и крепится к приливам букс тележки. Пневматический привод (Рис. 64) изолирован от токопроводящих частей токоприемника изолирующей прокладкой. Для подсоединения пневмопривода к воздушной магистрали пневмосистемы вагона в крышке цилиндра имеются отверстия с конической резьбой 1/4". При подаче сжатого воздуха из напорной магистрали вагона в цилиндр привода токоприемника - шток пневмопривода, перемещаясь вниз, отжимает башмак от контактного рельса. В отжатом положении токоприемник удерживается сжатым воздухом

### **Муфта соединительная ( СВ-4А )**

Муфта (Рис. 66) предназначена для соединения монтажных проводов, идущих от токоприемников к силовой схеме.

Муфта состоит из контактного зажима, расположенного внутри изоляционной и металлической труб. В торцы металлической трубы вставлены резиновые втулки для уплотнения провода. Механическое крепление провода осуществляется гайками которые наворачиваются на трубу с двух сторон. Муфты в количестве четырех устанавливаются под вагоном в горизонтальном положении. Монтажные провода уплотняются при установке муфт.



Рис. 66 Муфта соединительная

### **Блоки соединительные (БСДТ и БС-1)**

Блок соединительный с датчиком тока (Рис.67) предназначен для соединения силовых кабелей, идущих от токоприемников с силовыми цепями вагона. Для бестокового проезда токоразделов в БСДТ предусмотрены герконовые датчики тока.

Блок представляет собой металлический сварной короб с откидной крышкой, в котором на изоляционной панели размещены контактные зажимы и датчики тока. Ввод силовых проводов осуществляется через отверстия в боковых стенках корпуса, провода управления - через штепсельный разъем.

Блок соединительный БС-1 предназначен для соединения электрических цепей вагона с заземляющими устройствами.

Общий вид блока БСДТ и БС-1 представлен на рисунке 67.

Блок БС-1 представляет собой металлический сварной короб с откидной крышкой, где на изоляционной панели установлено токоведущая планка с болтами для крепления наконечников проводов внешнего монтажа. Ввод проводов осуществляется через клицы на боковых стенках корпуса.



Рис. 67 Блок соединительный

## Коробка электроконтактная

Коробка электроконтактная (Рис.68) предназначена для межвагонного соединения поездных проводов цепей управления.

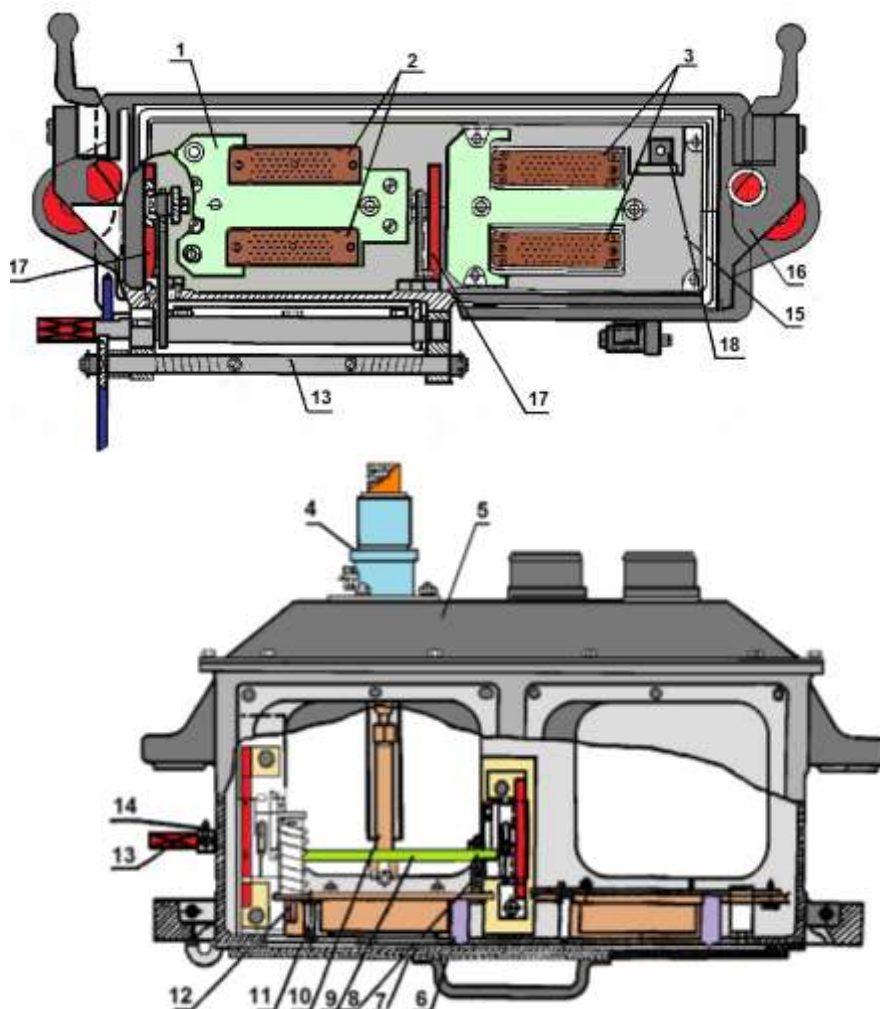


Рис.68 Коробка электроконтактная

Электроконтактная коробка состоит из корпуса (16), в котором установлена неподвижная панель (15) с розетками штепсельного разъема (2). Подвижная панель на подпружиненных стержнях (8) установлена на каретке (9). Каретка (9) через тягу (10) соединена с пневмоцилиндром (4), закрепленном на задней крышке (5). При включении и выключении пневмоцилиндра каретка (9) вместе с панелью (1) перемещается в направляющих (17).

Для контроля включения всех ЭКК вагонов состава коробки оборудованы концевыми выключателями.

В расцепленном положении передняя часть контактной коробки закрывается крышкой 7, а при сцеплении вагонов крышка располагается под коробкой в гнездах держателя.

Подвешивание коробки к корпусу автосцепки выполнено с помощью стержней 8.

## Привод включения электроконтактных коробок

Включение электроконтактных коробок осуществляется при помощи пневмоцилиндра двухстороннего действия 4 .

Питание пневмоцилиндра сжатым воздухом производится от напорной магистрали через разобщительный кран и трехходовой кран управления. Переключение крана производится специальным ключом, который вставляется в шлиц на секторе блокировки.

При включении ЭКК воздух подается в заднюю полость пневмоцилиндра. Вилки штепсельных разъемов (2)(рис.68) одной коробки заходят в розетки (3) штепсельных разъемов смежной коробки. При выключении коробок воздух подается в переднюю полость цилиндра. При сцеплении вагонов включаются одновременно обе смежные коробки, при этом разобщительные краны не перекрываются и пневмоцилиндры приводов ЭКК остаются под давлением воздуха, обеспечивая тем самым фиксацию штепсельных разъемов (соединителей).

Для включения контактных коробок краны управления смежных автосцепок необходимо поставить в положение «включено». При этом секторами кранов управления блокируются рычаги сцепных механизмов, исключая расцепление вагонов при включенных контактных коробках. В положении кранов управления «выключено» рычаги сцепных механизмов разблокируются, обеспечивая последующее расцепление вагонов при выключенных контактных коробках.

При отсутствии в напорной магистрали воздуха расцепление (выключение) контактных коробок можно производить с помощью ручного привода.

При расцеплении вагонов необходимо разъединить электроконтактные коробки путем установки крана управления в положение «выключено», а разобщительные и концевые краны поставить в положение «закрыто». После этого снять с гнезда рукоятку троса и потянуть на себя до получения характерного щелчка, означающего, что расцепление автосцепок осуществлено.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** производить расцепление вагонов при наличии давления в напорной и тормозной магистралях, с открытыми концевыми кранами и с выдвинутыми вилками штепсельных разъемов электроконтактных коробок.

## **Двери раздвижные**

Двери салонов вагонов оборудованы раздвижными двухстворчатыми дверями прислонно-сдвижного типа, предназначенными для входа и выхода пассажиров в вагон (из вагона).

С каждой стороны вагона установлено по четыре двери – всего восемь дверей на каждом вагоне (по четыре на каждую секцию).

Управление дверями осуществляется централизованно с основного пульта машиниста (ПМО) с выдачей сигнала на открытие (закрытие) в систему “Витязь-1М”, при этом управляющие сигналы на открытие (закрытие) дверей поступают на воздухораспределители дверные ВР1 – ВР4 правых или ВР5 - ВР 8 левых дверей от БУВ.

Питание дверных магистралей головной и концевой секций осуществляется отдельно.

## Схема поступления воздуха из ДМ ( на примере одного дверного проема)

Поступление воздуха в дверной цилиндр (Рис.70). Воздух из дверной магистрали поступает через клапан медленного заполнения (1) в дверной воздухораспределитель (2) откуда через пневмодроссели (3,4) в дверной цилиндр и цилиндр дожатия (5,6).



Рис.69 Двери раздвижные

Рис.70 Поступление воздуха

- 1 – клапан медленного заполнения
- 2 – дверной воздухораспределитель
- 3 – дроссель
- 4 – дроссель
- 5 – дверной цилиндр
- 6 – цилиндр дожатия

## Работа электрокомпрессора

В качестве привода компрессора используется электродвигатель постоянного тока мощностью 6,3 кВт, напряжением 750в, 1500об/мин.



Рис. 71 Подвеска моторкомпрессора

Компрессор подвешивается на раме вагона с применением опор в виде пружинных элементов. Общий вид компрессорного агрегата и его структурно-функциональная схема представлена на рисунке 72.

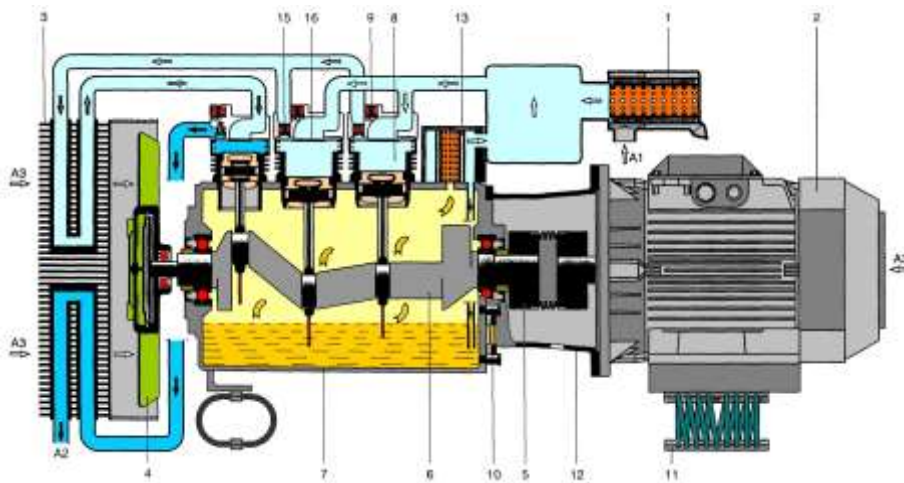


Рис. 72 Структурно-функциональная схема моторкомпрессора

- |                           |                                   |                            |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. Воздушный фильтр.      | 8. Цилиндр низкого давления.      | A1. Воздухозаборник.       |
| 2. Электродвигатель.      | 9. Нагнетательный клапан          | A2. Выход сжатого воздуха. |
| 3. Охладитель             | 10. Смотровая трубка.             | A3. Охлажденный воздух.    |
| 4. Крыльчатка вентилятора | 11. Пружинный элемент             |                            |
| 5. Сильфоновая муфта.     | 12. Промежуточный фланец          |                            |
| 6. Коленчатый вал.        | 13. Воздухообезмасливающий фильтр |                            |
| 7 Картер с маслом         | 14. Нагнетательный клапан.        |                            |
|                           | 15. Всасывающий клапан            |                            |

Компрессор работает на двух ступенях, в двухцилиндровом режиме на ступени низкого давления и в одноцилиндровом режиме на ступени высокого давления. Над каждым цилиндром (рисунок 72) в головке установлены комбинированные всасывающие 16 и нагнетательные 15 клапаны.

Воздух, прошедший предварительное сжатие в цилиндрах первой ступени, поступает в промежуточный охладитель 3 и после интенсивного охлаждения подается в цилиндр высокого давления для дальнейшего сжатия до конечного давления. Последующий за ступенью высокого давления дополнительный охладитель еще раз охлаждает сжатый воздух до его подачи в главный резервуар.

В комплекте с электрокомпрессором на вагонах «Русич» работает установка осушения воздуха (Рис.73) - адсорбционный осушитель холодной регенерации в двухкамерном исполнении.

Из сжатого влажного воздуха после входа его в воздухоосушитель сначала извлекается конденсат и масло, после чего воздух подается в сосуд с сушильным агентом, поглощающим влагу. Относительная влажность воздуха на выходе из установки не выше 35%.

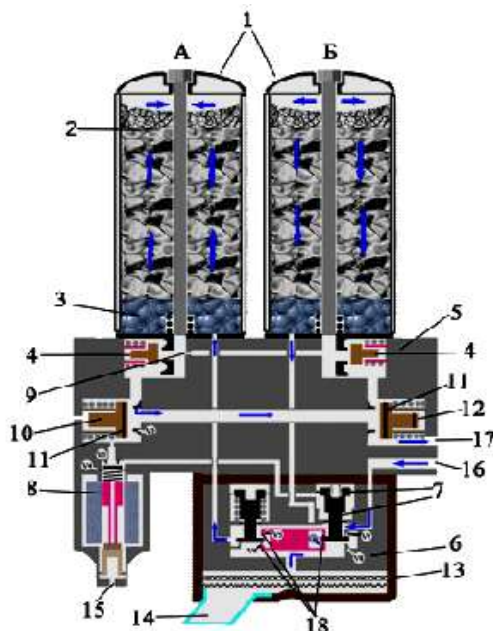


Рис.73 Установка осушения воздуха

1. Сосуд.
2. Сушильный агент.
3. Маслоотделитель с кольцами
4. Конус обратного клапана.
5. Держатель.
6. Поршневой клапан
7. Поршневое кольцо КНОРР.
8. Клапанный магнит.
9. Форсунка регенерации.
10. Поршень вспомогательного клапана.
11. Поршневое кольцо КНОРР.
12. Тарелка перепускного клапана.
13. Изоляционные элементы.
14. Водоспускной патрубок.
15. Вентиляционное отверстие.
16. Соединение для сжатого воздуха от компрессора.
17. Соединение для сжатого воздуха к главному резервуару.
18. Седло клапана.

На рисунке 73 установка осушения воздуха изображена в рабочем положении, в котором сосуд (1А) находится в фазе осушения, а сосуд (1Б) в фазе регенерации.

Клапанный магнит (8) возбужден входным электрическим сигналом от системы управления, седло клапана V3 открыто. Сжатый воздух, ответвленный от нагнетательного провода к месту соединения (17), подается поршневому клапану (6) через открытые седла клапанов V2 и V3.

Примечание: При эксплуатации составов, особенно в холодное время года, при неисправности мотор компрессора на панели вагонной защиты (ПВЗ) следует отключить автомат защиты "Мотор компрессор". **Автомат защиты установки осушения "Осушитель" категорически запрещается отключать**, во избежание замерзания влаги и, как следствие, выхода из строя установки осушения.

## **Рабочее место машиниста - кабина управления**

Кабина управления является рабочим место машиниста и предназначена для размещения аппаратов, приборов и устройств поста управления поездом (вагоном).

В кабине управления установлены:

- Пульт машиниста основной (ПМО) с контроллером машиниста, блоком контроллеров реверса, мониторами машиниста системы "Витязь-1М" и системы видеонаблюдения, панелями кнопок, блоком индикации, громкоговорителем экстренной связи, краном машиниста и пультом управления радиостанцией
- Пульт машиниста вспомогательный (ПМВ)
- Педаль безопасности (переключатель ПН-743)
- Панель управления кондиционером
- Панель поездной защиты (ППЗ) с автоматическими выключателями
- Кондиционер типа БТК-1,5
- Тепловентилятор кабины машиниста
- Фары и сигнальные фонари
- Светильники освещения кабины
- Электроизмерительные приборов и манометры
- Громкоговоритель радиостанции
- Контрольный громкоговоритель и блок управления информационно-переговорной системы
- Стеклоочиститель электрический
- Омыватель электрический
- Кресло машиниста
- Откидное сиденье
- Огнетушитель типа ОУ-5
- Бытовые шкафы и оборудование (крючки, пепельница)

Центральное лобовое стекло и боковые стекла имеют встроенные электронагревательные элементы для стеклообогрева. Для защиты от солнечных лучей предусмотрена шторка типа «Метро» В верхней части на лобовой стенке кабины установлено маршрутное табло с пультом управления и габаритные фонари.

Дверной проем в перегородке кабины оборудован извещателем охранной сигнализации. Оборудование кабины смонтировано на лобовой, задней и боковых стенках кабины, на потолочной части кабины, а также в аппаратном отсеке.

## **Пульт машиниста основной (ПМО)**

Пульт предназначен для оперативного управления поездом (вагоном) и постоянного контроля за работой и состоянием отдельных систем, устройств и оборудования вагона



Основные командоаппараты и устройства управления вагоном, отдельными системами вагонного оборудования и поездом смонтированы на ПМО.

Кроме органов управления, расположенных на панелях пульта, на правой боковой тумбе ПМО дополнительно установлено два аварийных тумблера - «Аварийная блокировка сигнализатора давления» и «Тормоз».

Тумблер «Аварийная блокировка сигнализатора давления» предназначен для блокировки сигнализаторов давления, установленных на тормозной магистрали, в случае их неисправности.

Тумблер «Тормоз» используется для блокировки блока тормоза безопасности (БТБ) при случайном попадании в цепь напряжения +75 в (защита от двойного напряжения).

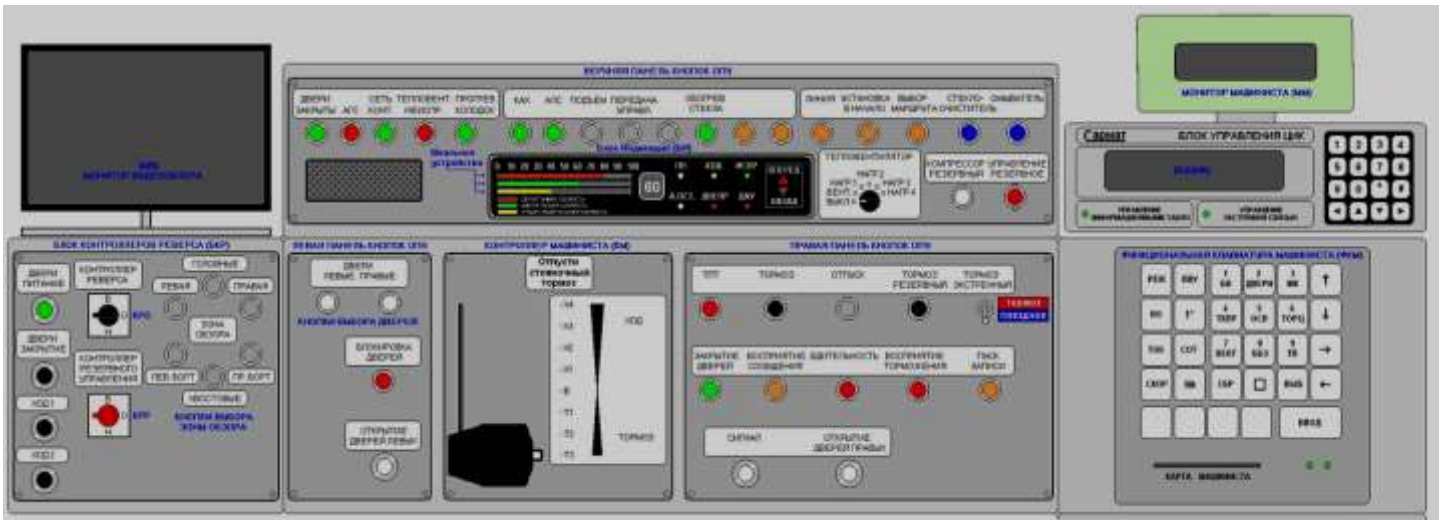


Рис.74 Пульт машиниста основной

Конструктивно пульт (Рис.74) состоит из корпуса и боковых стоек, на которых смонтированы его панели и блоки с органами управления и отображения информации и другая аппаратура и оборудование, требующие при управлении работой составов вагонов метро оперативного участия машиниста.

На правой боковой стойке пульта расположены (Рис.75): кран машиниста, кран РВТБ, два опломбированных тумблера – резервный тормоз экстренный (РВТБ) и тумблер автоматической блокировки сигнализатора давления (АБСД). В верхней части стойки установлена радиостанция.

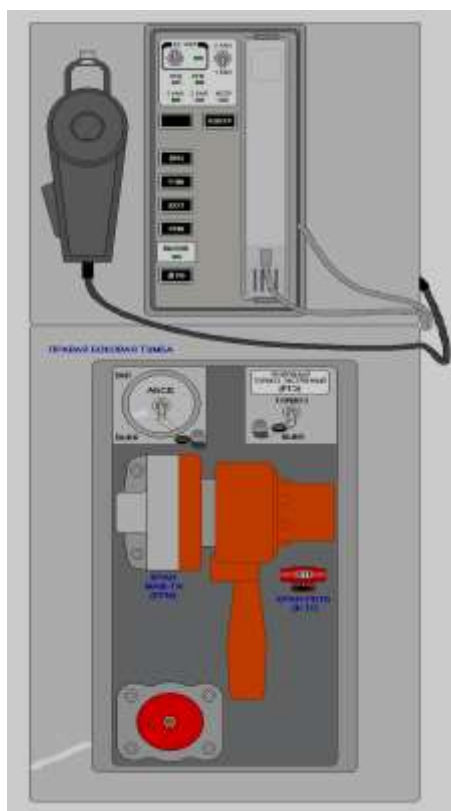


Рис.75 Правая тумба

пульта

Пульт обеспечивает выполнение следующих функций:

- Управление движением поезда в ручном режиме совместно с контроллером реверса, контроллером машиниста и краном машиниста
- Резервное управление движением поезда совместно с контроллером резервного управления и кнопками аварийного хода
- Включение и отключение рекуперации
- Управление раздвижными дверями салонов
- Оперативный контроль скорости движения и ускорения поезда, работы и состояния отдельных систем и оборудования
- Управление тормозами
- Управление цифровым информационным комплексом (радиооповещение, экстренная связь, наддверные и информационные табло)
- Управление системой видеонаблюдения
- Управление стеклоомывателем и стеклоочистителем, включение звукового сигнала
- Резервное включение электрокомпрессора
- Передача управления
- Включение гребнесмазывателя
- Управление тепловентилятором кабины
- Прочие функции согласно назначению органов управления и контроля на ПМО.

## Контроллер машиниста ( КМ)

Контроллер машиниста предназначен для обеспечения управления ходовыми и тормозными режимами движения поезда.

Контроллер машиниста выполняет следующие функции управления движением поездного состава вагонов метрополитена:

- Формирует ходовой режим поезда и четыре ходовых позиции «Ход 1» - «Ход 4»
- Формирует тормозной режим поезда три тормозных позиции «Тормоз 1» – «Тормоз 3»
- Формирует режим «Выбег».

Перевод КМ в ходовые и тормозные позиции, а также в позицию «Выбег» осуществляется с помощью рукоятки.

### Устройство и работа КМ

Контроллер машиниста размещен на пульте машиниста основном (Рис. 74). Связь с системой осуществляется кабелями через выходной разъем.

Контроллер машиниста (Рис.76) состоит из: плат, шифратора, регистратора уставок, регистратора команд, датчиков, магнита, металлической шторки, преобразователя.

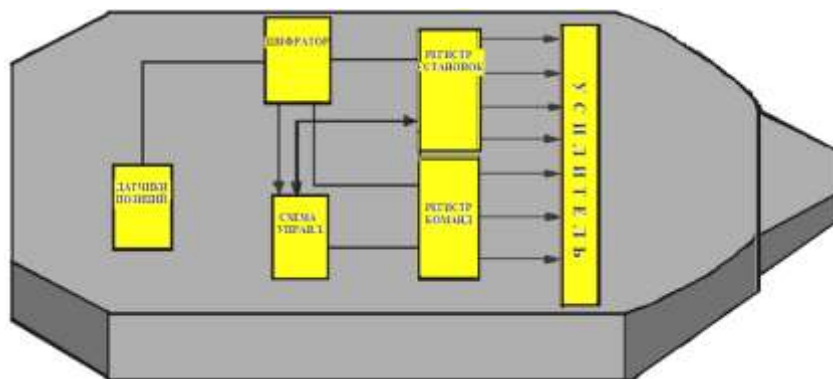


Рис.76 Контроллер машиниста

При изменении позиции КМ магнитопроницаемая шторка перекрывает магнитный поток на одну из схем ДА1...ДА8, на выходе соответствующей микросхемы изменяется выходной уровень напряжения, который попадает на шифратор, в результате чего получаем соответствующий код уставок и команды (Ход, Тормоз, Выбег). Код уставок поступает в регистратор уставок, где записывается импульсом записи, вырабатываемой схемой управления, затем коды уставок и команды усиливаются и выдаются на выход КМ и далее в БУП.

## Пульт машиниста вспомогательный (ПМВ)

Пульт вспомогательный (Рис.77) предназначен для управления вспомогательными системами, отдельными аппаратами и устройствами вагонного оборудования.

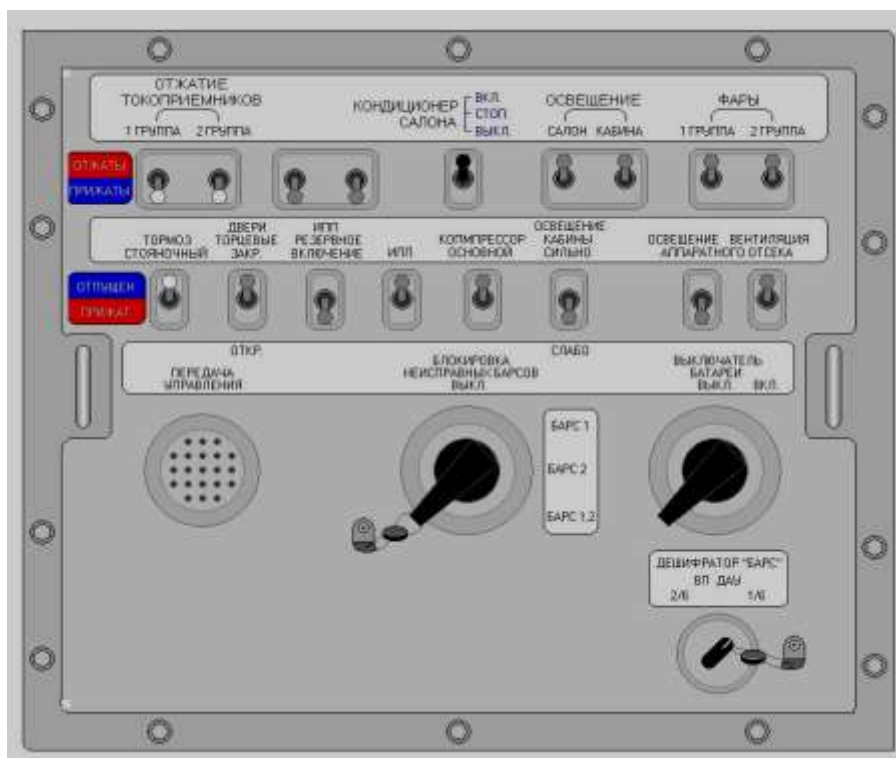


Рис.77 Пульт машиниста вспомогательный

Пульт смонтирован внутри аппаратного отсека и закреплен на его перегородке. Лицевая панель ПМВ располагается в кабине машиниста. На лицевой панели пульта, размещены органы управления, не требующие оперативного вмешательства машиниста при управлении поездом (вагоном).

С ПМВ обеспечивается выполнение следующих операций:

- «Отжатие токоприемников» 1 и 2 гр. При включении тумблера «Отжатие токоприемников 1 группы» - отождутся башмаки токоприемников на нечетных вагонах, при условии, что на данных вагонах включены автоматы «Токоприемники». При включении тумблера «Отжатие токоприемников 2 группы» - отождутся башмаки токоприемников на четных вагонах, при условии, что на данных вагонах включены автоматы «Токоприемники».
- «СОВС. Кондиционер» - включение и отключение системы отопления и вентиляции салона
- «Освещение салона» - включение освещения в салоне
- «Освещение кабины» - включение освещения в кабине машиниста
- «Фары 1 и 2 группы» - включение фар 1 и 2 групп

- «Стояночный тормоз» - работает только при включенном реверсе КРО или КРР, автоматах ЦУВ (основное, или резервное). Питание крана машиниста (основное или резервное)
- «Двери торцевые» - при включении реверса блокируются торцевые двери
- «ИПП резервный» - при отсутствии подзаряда на головном вагоне от основного «ИПП», включает его по резервной цепи
- «ИПП» - включение подзаряда на всем составе
- Компрессор основной» - включение МК всего состава, через регулятор давления и БУП
- «Освещение кабины сильно - слабо» - регулирование светового потока в кабине машиниста
- «Освещение вентиляции аппаратного отсека»
- «Блокировка неисправных барсов»: в штатном режиме блокирует «БАРС-1» - работает «БАРС-2». При переключении на «БАРС-2» - переключает на резервный блок АРС «БАРС-1». При переключении на «БАРС-1, 2» - отключает оба блока АРС (УОС)
- «Выключатель батареи» - включение аккумуляторной батареи на вагоне
- «Дешифратор БАРС» - выставляет определенную частоту работы АРС.

1. ВНИМАНИЕ! Тумблер «ИПП. РЕЗЕРВНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ» служит для включения источника бортового питания ИПП-10 подзарядка АКБ, питание цепей управления и других цепей только головного вагона, с ПМВ которого производится его включение, при этом на остальных вагонах источники питания ИПП-10 аналогичного назначения не включаются.

2. Резервное включение указанного источника питания ИПП-10 на головном вагоне производят для запуска и номинализации системы «Витязь-1М» в случае подсадки АКБ (напряжение на выходе батареи ниже 52 в).

3. Для включения источников питания ИПП всех вагонов необходимо на ПМВ головного вагона включить тумблер «ИПП» основного включения, а тумблеры «ИПП» РЕЗЕРВНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ» на ПМВ головного и хвостового вагонов выключить.

## **Панель управления кондиционером**

Панель предназначена для управления режимами работы термоэлектрического кондиционера БТК-1,5 и размещения центрального блока контроля и индикации ЦБКИ автоматической системы обнаружения и тушения пожара «Игла-М».

На панели для БТК-1 установлены переключатели режимов работы кондиционера «Вентиляция – Кондиционирование», «Обогрев – Охлаждение», переключатель выбора экономичного или максимального по потребляемой мощности режима работы кондиционера «Слабо – Сильно», тумблер «Зима/Лето» и сигнальные светодиоды.

Панель управления с пультом управления комплектом кондиционеров размещена на задней стенке кабины машиниста над панелью поездной защиты (ППЗ).

## Автоматические выключатели типа ВА 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.



Рис.76 Автоматический выключатель ВА 29-21

Автоматический выключатель состоит из механизма управления контактной системы, дугогасительного устройства, расцепителей максимального тока. Свободные контакты кинематически связаны с траверсой главных подвижных контактов. На корпусе каждого автоматического выключателя промаркировано- номинальный ток и ток отсечки.

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

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

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

## Панель поездной защиты

Панель поездной защиты (ППЗ) предназначена для размещения автоматических выключателей типа ВА 29-21, которые обеспечивают подачу электропитания в цепи управления поездом и на отдельные системы поезда, а также их защиту от перегрузок и токов короткого замыкания.

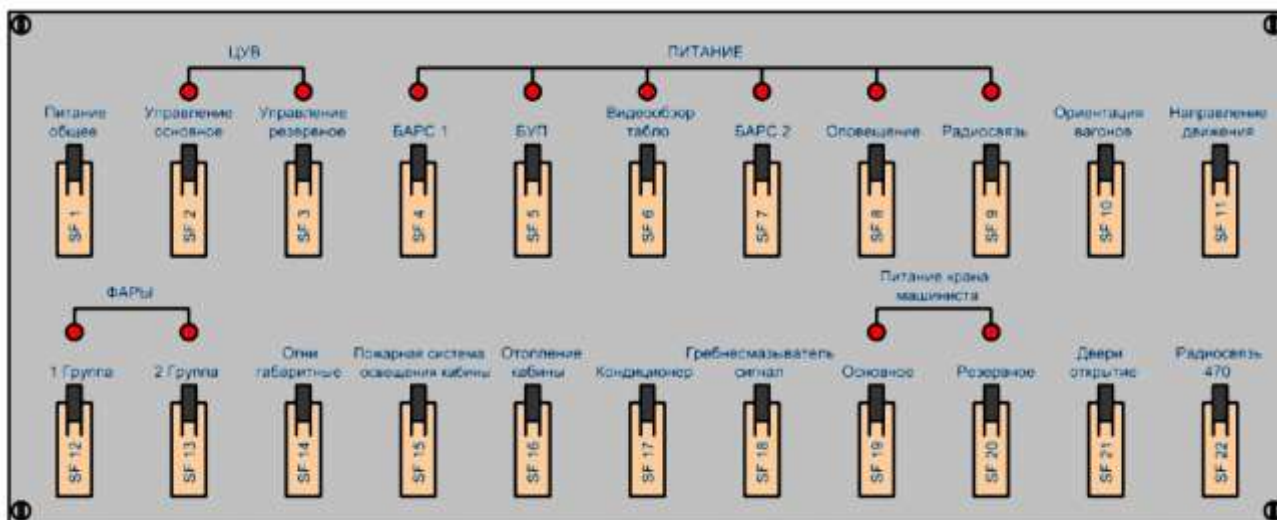


Рис.77 Панель поездной защиты

Автоматические выключатели, расположенные на ППЗ обеспечивают подачу питания и защиту следующих цепей:

- SF1 - Питание общее: напряжение с аккумуляторной батареи "АКБ", выключатель батареи "ВБ", автомат питания общее, диод, поступает на общую шину ППЗ. При отключении автомата «Питание общее» напряжение на общую шину «ППЗ» поступает с АКБ других вагонов, через включённые автоматы «уравнительные цепи» на ПВЗ этих вагонов
- SF2 - ЦУВ управление основное: контроллер реверса основной (КРО). При сработке автомата - ЭТ - на мониторе машиниста надпись «Сбой РВ». При отключенном положении автомата не пройдет инициализация от КРО, но можно пройти инициализацию от КРР
- SF3 - ЦУВ управление резервное: подается питание на КРР и РВТБ. При управлении от КРР и срабатывании автомата - потеря управления поездом, на мониторе машиниста информация «Сбой РВ». При управлении от КРО и срабатывании автомата - снимается питание с вентиля В-11 (РВТБ)
- SF 4 - БАРС-1: резервный комплект БАРС. В штатном режиме работает "БАРС - 2"
- SF 5 - БУП (Блок управления поездом): при срабатывании автомата - экстренное торможение, в левом нижнем углу монитора машиниста цифры замирают. Если после восстановления автомат срабатывает вновь - перейти установленным порядком на УОС (БАРС - 1, БАРС - 2)
- SF6: при срабатывании автомата не работает видеобзор + табло + стеклоочиститель

- SF7 - БАРС-2: рабочий комплект БАРС. При отключении автомата - потеря управления поездом, мигают светодиоды "А.Ост, Днепр, ДАУ", не горит шкальный индикатор
- SF 8 - Оповещение: Блок управления цифровым информационным комплексом БУЦИК
- SF 9 - Радиосвязь: при отключении автомата не работает связь с поездным диспетчером
- SF10 - Ориентация вагонов: при срабатывании автомата - ЭТ, на мониторе машиниста надпись «Не ориентированы вагоны» - на КРР. При выбитом автомате не пройдет инициализация
- SF 11: Направление движения
- SF 12: Фары 1гр. + красные фары
- SF13: Фары 2 гр. + монитор машиниста + подсветка кнопок + шкальный индикатор частот
- SF 14: Габаритные огни (красные фары)
- SF 15: Пожарная система (Игла) + освещение кабины
- SF 16 - Отопление кабины: Тепловентилятор
- SF 17: Кондиционер кабины машиниста
- SF18: Гребнесмазыватель + Сигнал от кнопки на основном пульте машиниста (ОПУ).
- SF19 Питание крана машиниста основное: получает питание вентиль В9, через который запитывается кран машиниста КРМ 013 при положении «А» крана К29 + Петля + датчик БУСТ. При отключении автомата - ЭТ. При переключении КРО происходит включение вентиля В9, но характерного звука при штатном питании крана нет. Перейти на КРР
- SF20 Питание крана машиниста резервное: Если при переходе на КРР срабатывает автомат - перейти на управление тормозами от крана машиниста (КРМ). КРР + Кран машиниста.
- SF 21 Двери открытие: - при срабатывании автомата не откроются двери в поезде, даже после нажатия на кнопку «Двери питание». Открыть двери из хвостовой кабины или вручную
- SF 22 Радиосвязь «Motorola».



## Панель вагонной защиты (ПВЗ)

Панель служит для размещения автоматических выключателей типа ВА 29-21. Панель вагонной защиты установлена в аппаратном отсеке.

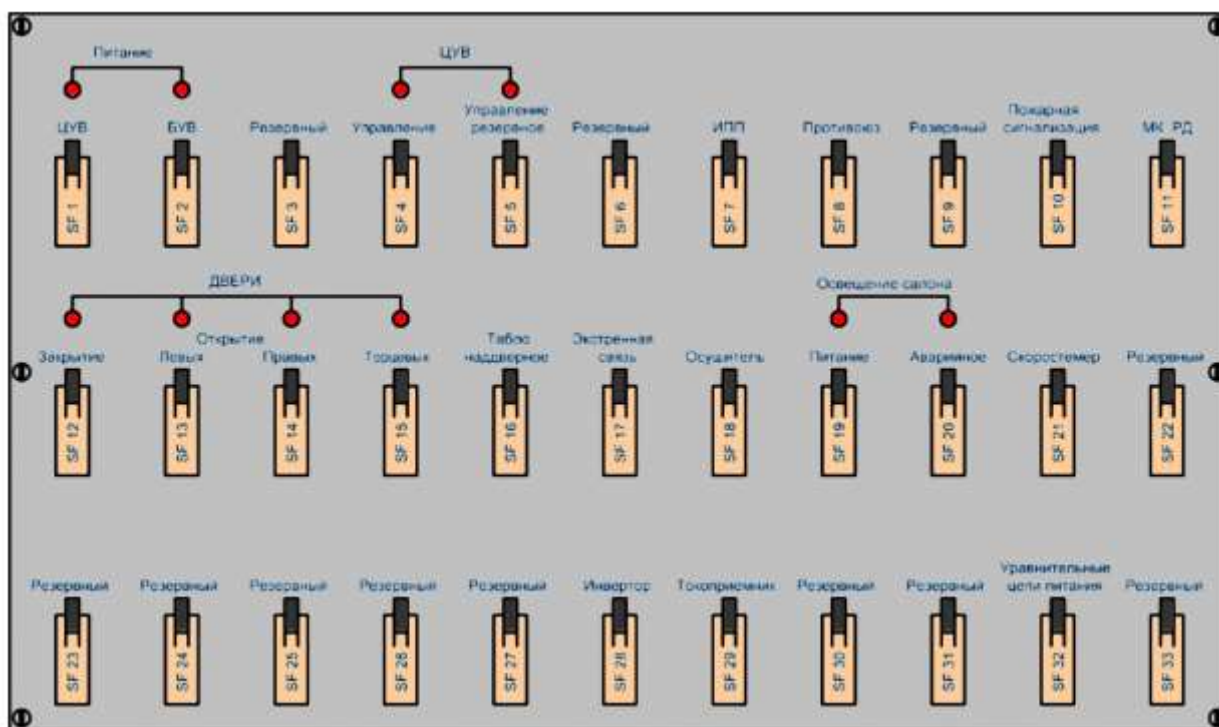


Рис.78 Панель вагонной защиты

Автоматические выключатели ПВЗ обеспечивают:

- SF1 «Питание ЦУВ» - при управлении от пульта маневрового вагон в движение не придет
- SF2 «Питание БУВ» - при срабатывании автомата на вагоне не будет работать подзаряд, двери, не будет электрического тормоза и замещения электротормоза. Перейти на резервный пуск.

При срабатывании автомата на головном вагоне необходимо отключить тумблер «Компрессор основной» на ВПУ и управлять мотор компрессорами кнопкой «Компрессор резервный». Так же на мониторе не будет истинной информации о работе состава

- SF4 «ЦУВ управление основное» - при срабатывании автомата вагон не будет работать на ХОД и ТОРМОЗ при управлении от основного реверса (КРО)
- SF5 «ЦУВ управление резервное» - при срабатывании автомата вагон не будет работать на ХОД и ТОРМОЗ при управлении от резервного реверса (КРР)
- SF7 «ИПП» - при срабатывании автомата на вагоне не будет подзаряда и погаснет освещение салона
- SF8 «Противоюз» - при срабатывании автомата, на мониторе в режиме СОТ, все СОТЫ данного вагона будут иметь индикацию о состоянии тормозов вагона на момент сработки автомата. Также, если автомат сработал при отпущенных тормозах, то даже при наличии давления в ТЦ, индикация покажет на отсутствие давления, будет иметь зеленый цвет. И наоборот

- SF10 «Пожарная система» - при срабатывании автомата на вагоне не будет действовать система «ИГЛА». На ЦБКИ головного вагона изменится количество вагонов.
- SF11 «Мотор-компрессор» - при срабатывании автомата не будет работать мотор-компрессор
- SF12 «ДВЕРИ закрытие» - при срабатывании автомата не будут закрываться двери в этом вагоне
- SF13 «Двери. Открытие левых» - при срабатывании автомата не будут открываться двери левой стороны вагона
- SF14 «Двери. Открытие правых» - при срабатывании автомата не будут открываться двери правой стороны вагона
- SF15 «Двери торцевые» - при срабатывании автомата не будут блокироваться торцевые двери вагона
- SF16 «Табло наддверное» - при срабатывании автомата не будет работать наддверное табло и информационное табло (бегущая строка)
- SF17 «Экстренная связь» - при срабатывании автомата не будет работать связь «Пассажир - машинист»
- SF18 «Осушитель» - при срабатывании автомата не будет работать осушитель мотор компрессора
- SF19 «Освещение салона - питание» - при срабатывании автомата не будет работать освещение салона
- SF20 «Освещение салона - аварийное» - при срабатывании автомата не будет работать аварийное освещения в салоне
  - SF21 «Скоростемер. Пульт маневровый» - при срабатывании автомата «Скоростемер» на ПВЗ головного вагона - погаснет цифровой скоростемер на ОПУ, и через шесть секунд сработает система противоскатывания. Если автомат не восстанавливается необходимо установленным порядком перейти на УОС. В промежуточном вагоне автомат «Скоростемер. Пульт маневровый» должен быть отключен, через автомат получает питание пульт маневровый
  - SF28 «Инвертор» - при срабатывании автомата не будет работать тяговый привод
  - SF29 «Токоприемник» - при срабатывании автомата станет невозможно отжатие ТР на вагоне в режиме ПВУ. Если ТР были отжаты в режиме ПВУ, при срабатывании автомата они прижмутся
  - SF32 «Уравнительные цепи питания».

## **Вентиляция, кондиционирование и обогрев кабины**

### **Кондиционирование кабины**

Кондиционеры предназначены для поддержания комфортных условий в кабине машиниста путем подачи охлажденного воздуха в режиме охлаждения, теплого воздуха в режиме обогрева и для вентиляции кабины.

Кондиционирование кабины машиниста осуществляется термоэлектрическим кондиционером типа БТК-1,5

Блок кондиционера крепится к потолку кабины машиниста вагона. Технологический канал вместе с радиаторами располагается в отсеке между потолком и крышей вагона (над потолком).

Для сбора конденсата, образуемого при работе кондиционера, под ТЭМ имеются специальные поддоны, из которых через гибкие трубки, а затем трубопровод в аппаратном отсеке он отводится наружу (под вагон). Циркуляция воздуха в радиаторах технологического канала осуществляется однофазным вентилятором.

Вентиляторы нагнетают в радиаторы воздух, поступающий снаружи через прорези в крыше вагона (передний отсек), для отвода тепла от горячих спаев ТЭМ. Теплый воздух выбрасывается наружу через прорези в крыше вагона (задний отсек). Кондиционирующий канал с радиаторами располагается под потолком, внутри кабины машиниста.

Циркуляция воздуха в радиаторах кондиционирующего канала осуществляется тремя однофазными вентиляторами. Воздух забирается из кабины, проходит через радиаторы, охлаждается и подается на лобовое стекло кабины.

Для питания вентиляторов блоков термоэлектрических модулей кондиционера служит инвертор ИН 80/220-1000, представляющий собой электронный прибор, который преобразует постоянное напряжение бортовой сети вагона 80в в переменное однофазное напряжение 220в, 50 гц . Инвертор ИН 80/220-1000 установлен в аппаратном отсеке.

Корпуса блоков ТЭМ, инвертора и вентиляторы имеют выводы для заземления.

Кондиционер может работать в режиме охлаждения, обогрева и вентиляции (в последнем случае без изменения температуры воздуха в кабине).

В технологических каналах блоков ТЭМ установлены термодатчики, которые отключают кондиционер при температуре воздуха выше 70 °С. Сигнал подается на инвертор, который отключает питание кондиционера, предохраняя его от перегрева и выхода из строя.

Кондиционер (холодильный агрегат) может работать в следующих режимах – вентиляция, обогрев, охлаждение, автоматическое поддержание температуры, выключен.

В автоматическом режиме комплект кондиционеров может поддерживать температуру в диапазоне от 20°С до 30°С с точностью ±1°С.

Пульт управления установлен на панели управления кондиционером и системой АСОТП «Игла»

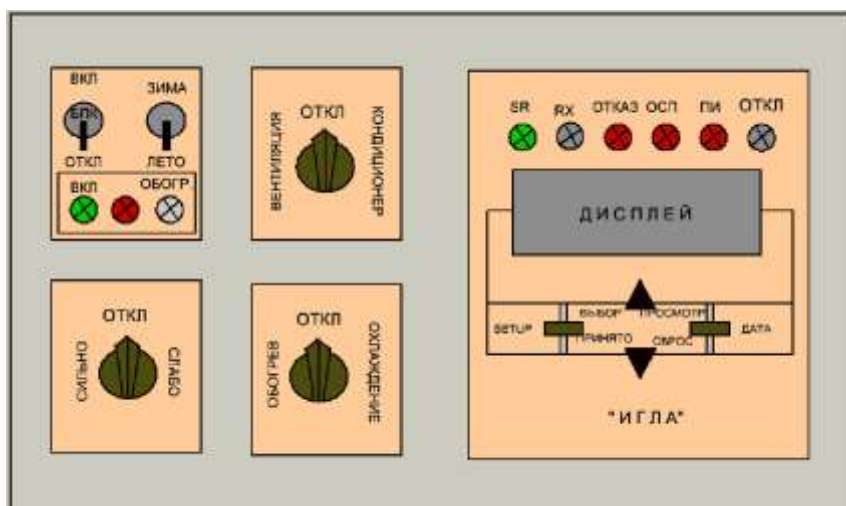


Рис.79 Панель управления кондиционером

Пульт управления обеспечивает три режима регулировки выходного воздушного потока и три режима интенсивности: «Слабо», «Нормально», «Сильно».

При установке интенсивности «Слабо» работает кондиционер, к которому подключен кабель пульта с маркировкой 1, при интенсивности «Нормально» работают кондиционеры, к которым подключены кабели пульта с маркировкой 1 и 2. При интенсивности «Сильно» работают все три кондиционера.

Режим работы, установленный кнопкой «Выбор режима», воспринимается кондиционером не ранее, чем через 3 сек.

Вентиляторы кондиционера выключаются после окончания продувки. Компрессор и ТЭНы (электронагревательные элементы) включаются после паузы, достаточной для выравнивания температуры теплоносителей.

При изменении интенсивности и скорости потока вентиляции пульт переходит в основное меню через несколько секунд после нажатия на кнопки управления. Установленная температура и интенсивность запоминаются.

В режиме «Выключено» текущая температура учитывается только от работающих кондиционеров, усредняется и выводится на индикатор.

### **Обогрев кабины и стеклообогрев**

Для обогрева кабины и ее вентиляции с подачей наружного воздуха предусмотрен тепловентилятор кабины с регулируемым направлением потока воздуха, который обеспечивает подачу в кабину нагретого воздушного потока и работу в следующих режимах:

- Вентиляция без включения нагревательных элементов
- Нагрев с установкой желаемой температуры отключения.

Защита тепловентилятора от перегрева обеспечивается термореле, которое производит его отключение при температуре нагрева воздуха 95 °С.

Защита от токов короткого замыкания обеспечивается автоматическим выключателем.

Питание тепловентилятора обеспечивается постоянным током 80 в от источника бортового электропитания типа ИПП-10.

Обогрев лобового стекла кабины машиниста и боковых стекол (правое) и (левое), оборудованных нагревательными элементами, также обеспечивается напряжением постоянного тока 80 в от источника ИПП-10.

### **Освещение кабины и аппаратного отсека**

Для общего освещения кабины используются два светильника кабины машиниста, установленные на потолке. Напряжение питания светильника – 80в постоянного тока.

Питание светильников осуществляется от блока управления светом (БУС), размещенного в светильнике. БУС обеспечивает раздельное включение и выключение ламп. В светильнике используются аппараты пускорегулирующие полупроводниковые АПП.

Освещение аппаратного отсека обеспечивается светильниками с лампами типа на 24в, включенными последовательно. При этом, два светильника подвешиваются на кронштейнах в верхней части отсека, а один светильник - в нижней части. Питание ламп от бортовой сети постоянного тока 80 в.

Включение освещения аппаратного отсека производится с ПМВ тумблером «ОСВЕЩЕНИЕ АППАРАТНОГО ОТСЕКА».

## **Фары и сигнальные фонари**

Для освещения пути на вагоне с наружной стороны лобовой стенки кабины установлено четыре фары-прожектора с лампами на 24 в, которые обеспечивают освещение рельсового пути на прямом участке на расстоянии до 305 м с освещенностью не менее 1 Лк.

Электрически фары объединены в две группы. Питание групп фар осуществляется от отдельных блоков питания БПВ, преобразующих напряжение постоянного тока 80в в напряжение 24в постоянного тока. Включение фар производится с ПМВ тумблерами «ФАРЫ I ГРУППА» и «ФАРЫ 2 ГРУППА» при постановке контроллера реверса (КР) на ПМО в положение «Вперед».

На лобовой стенке кабины и на маршрутном табло установлены габаритные фонари красные со светодиодными габаритными светильниками в количестве четырех штук (два нижних фонаря – снаружи на лобовой стенке, а два верхних внутри кабины - на маршрутном табло). Питание нижних фонарей осуществляется от БПФ (питание фар первой группы), а верхних фонарей и маршрутного табло от блока питания стеклоочистителя БПФ.

Включение сигнальных фонарей производится при постановке контроллера реверса в положение «0» или «Назад».

## **Стеклоочиститель и стеклоомыватель**

Для очистки лобового стекла кабины от пыли, грязи и осадков предусмотрены электрический стеклоочиститель и омыватель.

Включение стеклоочистителя и стеклоомывателя производится кнопками «Стеклоочиститель» и «омыватель» на ПМО. Питание указанных устройств осуществляется от блока питания стеклоочистителя БПФ.

## **Система видеонаблюдения подвижного состава**

Система видеонаблюдения подвижного состава предназначена для обеспечения машинисту возможности прямого визуального наблюдения на экране монитора наружной обстановки по всей длине состава с двух его сторон во время движения и на остановках.

По командам машиниста система обеспечивает вывод на монитор головного вагона видеоизображения с телекамер в следующих режимах:

- Просмотр изображений от левой или правой камер головного вагона
- Одновременный просмотр изображений от двух телекамер головного вагона или от двух телекамер хвостового вагона
- Одновременный просмотр изображения от двух телекамер левого борта или от двух телекамер правого борта.

Оборудование системы размещается на головном и хвостовом вагонах 81-740.1.

Модуль обработки установлен в левой стойке основного пульта машиниста, а видеомонитор на левой стойке пульта снаружи.

Электропитание системы видеонаблюдения осуществляется от источников постоянного тока:

- Номинальным напряжением 80 в от бортовой системы электропитания
- Номинальным напряжением 12 в от отдельного источника – блока питания видеосистемы типа БПВ.

Блок питания БПВ преобразует напряжение 80в постоянного тока бортовой системы электропитания в выходное стабилизированное напряжение 12в постоянного тока для питания системы видеонаблюдения. Номинальная выходная мощность блока питания 200 вт. Блок установлен в левой стойке ПМО.

### Сиденье машиниста и откидное сиденье

Рабочее место машиниста оборудовано сиденьем машиниста (Рис.80) с пневматической подставкой, регулируемое по высоте, а также с регулировкой подголовника, подлокотников, наклона спинки и подушки сиденья и сдвига сиденья.

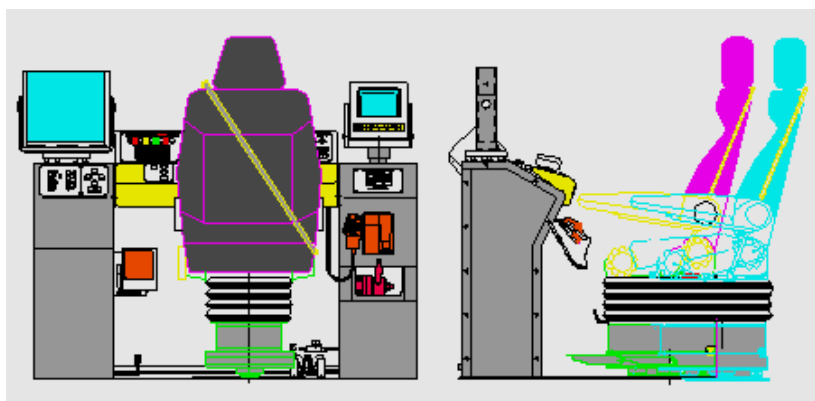


Рис.80 Сиденье машиниста

Сиденье установлено и закреплено на полу кабины. Для установки сиденья в удобное для работы положение в его конструкции предусмотрены специальные регулировочные устройства. Для выпуска воздуха из пневмоподставки предусмотрен выпускной клапан. Подача сжатого воздуха к сиденью осуществляется из пневмосистемы вагона через разобщительный кран. Для inspectирующих или обучающихся лиц в кабине дополнительно предусмотрено откидное сиденье, которое с помощью двух кронштейнов закреплено на задней стенке кабины.

### Маршрутоуказатель

Маршрутоуказатель предназначен для отображения информации о маршруте следования поезда и представляет собой массив отображающих элементов (блинкеров) управляемых микропроцессором.

Информация, выводимая на табло, программируется по соответствующей программе.

Программа позволяет создать свою запись для каждого направления движения.

Оборудование маршрутоуказателя размещается в кабине машиниста.

## Устройства АСНП-М

Головные вагоны оборудованы поездными устройствами системы автоматического считывания номера маршрута поезда АСНП-М, обеспечивающими передачу с каждой станции на центральный пункт к устройствам диспетчерской централизации (ДЦ) и на технический терминал (ТТ) следующей информации:

- Номера маршрутов поездов на главных и главных станционных путях
- Признака включения основного комплекта АРС
- Признака включения резервного комплекта АРС
- О режимах работы АРС.

Система АСНП-М, в целом, обеспечивает:

- Передачу на поезд информации о номере станции и номере пути при проследовании поездом каждой станции
- Передачу на поезд информации о номере линии (например, с различными устройствами (АРС) при проследовании поездом соответствующей границы
- Считывание с поезда информации о номере его маршрута и состоянии устройств АРС при проследовании поездом каждой станции (номер маршрута вводится в поездные устройства машинистом с пульта ПНМ-4).

Принцип действия системы АСНП-М состоит в следующем:

На поезде, находящимся на линии, в контроллере пульта ПНМ-4 записана информация о номере маршрута и номере пути движения поезда. К нему поступает также информация о состоянии устройств АРС. Контроллер ПНМ-4 управляет работой поездного ММС.

На каждой станции по обоим путям устанавливается стационарный модуль ММС, работой которых управляет контроллер, размещенный в шкафу ШЛП.

Станционные модули ММС располагаются в зоне знака «Остановка головного вагона» по каждому пути и поочередно посылают на поезда сообщение по ИК каналу. Поездной модуль ММС начинает принимать эти сообщения примерно в 15 м от него.

После окончания приема сообщения от стационарного ММС поездной ММС включается в режим передачи и посылает на линейный пункт ЛП свое сообщение, которое содержит номер маршрута поезда и сведения о состоянии устройств АРС.

На линейном пункте ЛП данные, содержащиеся в принятых стационарными ММС сообщениях, передаются и записываются в память контроллеров ШЛП, и по соответствующим линиям передаются в центральный пункт и далее в персональный компьютер технического терминала ТТ.

Технический терминал служит для контроля работы АСНП-М, включая контроль взаимодействия стационарных и поездных ММС.

## Назначение поездных проводов

№ провода	Функциональное назначение	
500,501	0 В бортовой сети	
503	Противоположная ориентация вагона	
504	Одинаковая ориентация вагона	
505, 506	Радиооповещение	
508, 509	Экстренная связь «пассажир-машинист»	
510	Резервное включение компрессорных агрегатов	
511	Отключение стояночных тормозов	
512	Направление движения «Вперёд» для БУТП	Крест в автосцепке
513	Направление движения «Назад» для БУТП	
515,516	Управление ИПС	
517,518	Система пожаротушения «Игла»	
519	Резервное управление «Ход-1»	
520,521,522,523	Линия канала последовательной передачи данных	
524	+ 50 В Прямой провод	Провода петли безопасности
525	0 В	
526	+ 50 В. Обратный провод	
527	+75 В. Питание В1, В2 в БЭПП	
528	0 В. БТБ для включения реле К в БУВ	
529	0 В. Включение В2 в БЭПП при ручном управлении ЭПТ	
530	0 В. Включение В1 в БЭПП при ручном управлении ЭПТ	
531	Включение стояночных тормозов	
532, 533	Управление СОВС	
534	Резервное включение питания БУТП	
536	Основное включение питания БУТП	
537	Открытие правых дверей	Крест в автосцепке
538	Открытие левых дверей	
539	Резервное закрытие дверей	
540	Включение режима резервного закрытия дверей	
545	Резервное управление «Ход-2»	
549. 550	+ 75 В бортовой сети	



## Структурная схема управления поездом и вспомогательных цепей

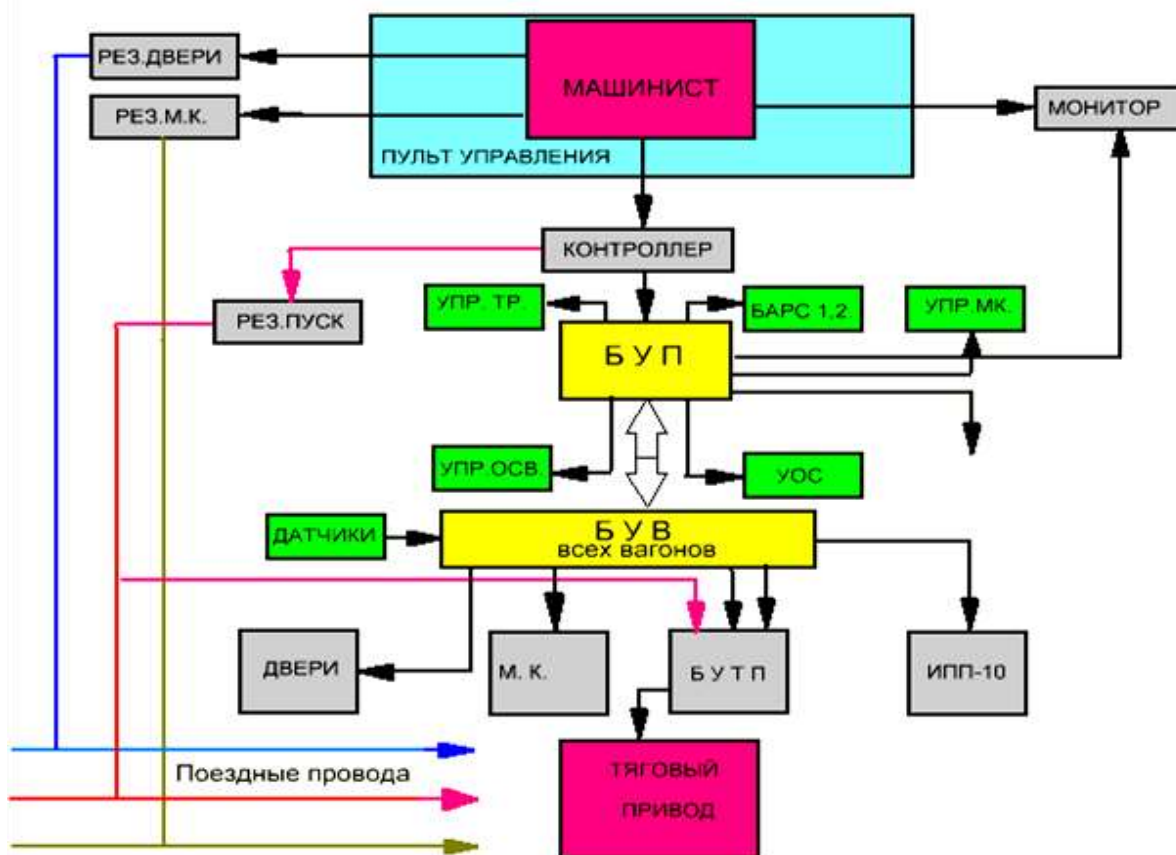


Рис.81 Структурная схема управления поездом

Прежде чем приступить к изучению схем управления вагона рассмотрим структурную схему. Главным действующим звеном в процессе управления поездом является машинист, который несет персональную ответственность за обеспечение безопасной и безотказной работы оборудования вагонов. Это определяется в первую очередь хорошими знаниями машинистом устройство и работы оборудования, должностных инструкций, качеством приемки и сдачи подвижного состава. На принятие правильных решений машинисту отводится мало времени, так как работа метрополитена «конвеерная» и определена большим объемом пассажироперевозок (6-8 млн.в сутки). Задержка поезда в тоннеле на 2-3минуты приводит к остановке следом идущих поездов с вытекающими из этого последствиями.

Рекомендации машинисту:

- Не принимай ни каких действий в течении 10-15сек
- За это время осознай, что произошло на составе и, лишь после этого принимай решение
- Сообщи о случившемся ДЦХ
- Установи «Закоротку», она обезопасит тебя и пассажиров , при непредвиденной подачи высокого напряжения на контактный рельс, от смертельной опасности
- При действии в первую очередь думай о безопасности пассажиров.

К чему могут привести не обдуманые действия машиниста, не принявшего в серьез выше указанные рекомендации ,рассмотрим на примерах работы метрополитена:

Примечание:

- На Московском метрополитене имел место случай: На конечной станции на составе произошла кратковременная потеря управления поездом. Машинист, не осознав характера случая, начал бессознательно включать и выключать выключатели, кнопки. Управление поездом восстановилось, но на промежуточной станции (по истечении времени около 10 минут) вновь произошла потеря управления поездом. Машинист окончательно растерялся и практически бездействовал. Прибывший на состав машинист-инструктор восстановил управление поездом - включив кнопку м\к, которую на конечной станции выключил машинист в результате «выхода из случая». Указанный случай привел к большому сбою графика движения поездов.
- На Бакинском метрополитене имел место случай: В результате задымления на одном из вагонов поезда на перегоне - машинист принял решение выводить пассажиров из тоннеля. О случившемся доложил диспетчеру, затребовал снять напряжение. Но при этом в спешке забыл поставить закоротку! Случай усугубился еще и тем, что электродиспетчер снял напряжение ошибочно не с того пути с которого запросил машинист. Машинист открыл двери в поезде и сообщил пассажирам о начале эвакуации. Началась паника, давка - люди выпрыгивали из вагонов и попадали под высокое напряжение. Указанный случай привел к большим человеческим жертвам.

Машинист управляет процессом ведения поездом при помощи пульта машиниста (на вагонах «Русич» их два – основной и вспомогательный.) на котором расположены контроллер машиниста (Основной и резервный), кнопки и тумблера управления, контрольные приборы, сигнальные лампы и т.д.

Основным помощником машиниста в деле обеспечения безопасной работы является система «Витязь» в состав которой входят блоки: БУП, БУВ, БАРС-М, монитор машиниста и т.д. Сигналы о действии машиниста, через контроллер машиниста, кнопки и тумблера пультов передаются в БУП и далее по манчестерной шине передаются в БУВ каждого вагона для исполнения. Затем эти команды поступают в исполнительные аппараты.

БУВ, при работающей системе «Витязь», управляет работой дверей, мотор-компрессора, БУТП, ИПП-10, а так же принимает информацию о состоянии вагонного оборудования (включение, отключение, исправность, неисправность, давление, напряжение) с соответствующих датчиков (сигнализаторов) и по манчестерной шине передаёт ее в БУП, который выводит информацию на монитор машиниста.

При не работающей системе «Витязь» (не прохождение инициализации) машинист переходит на резервное управление поездом, дверями, мотор-компрессора (только головного вагона), используя для этой цели поездные провода минуя БУП и БУВ.

Инициализация «ВИТЯЗЬ» производится при каждом включении системы (приёмке состава) и предназначена для проверки исправности системы «ВИТЯЗЬ», местоположения вагонов, их номеров, количества вагонов и ориентации вагонов в составе.

При прохождении инициализации системы БУП проводит:

- Идентификацию вагонов (присвоение номеров вагонов блокам БУВ)
- Определяет их ориентацию
- Проверяет исправность всех блоков системы и исправность поездной магистрали,

При успешной проверке вагонного оборудования система переходит в «Штатный режим», который отражается на мониторе машиниста.

Устройства БАРС, или при следовании с отключёнными устройствами БАРС, устройство ограничения скорости (УОС) передают информацию о допустимой скорости и фактической скорости движения поезда в БУП. В зависимости от информации БУП разрешает движение, отключает тяговый режим, выдаёт команду на торможение.

## Схемы цепей управления поездом и низковольтных вспомогательных цепей

### Схема управления работой раздвижных дверей

Управление электропневматическими вентилями ДВР раздвижных дверей осуществляется кнопками, размещенными на основном пульте машиниста (Рис.82).

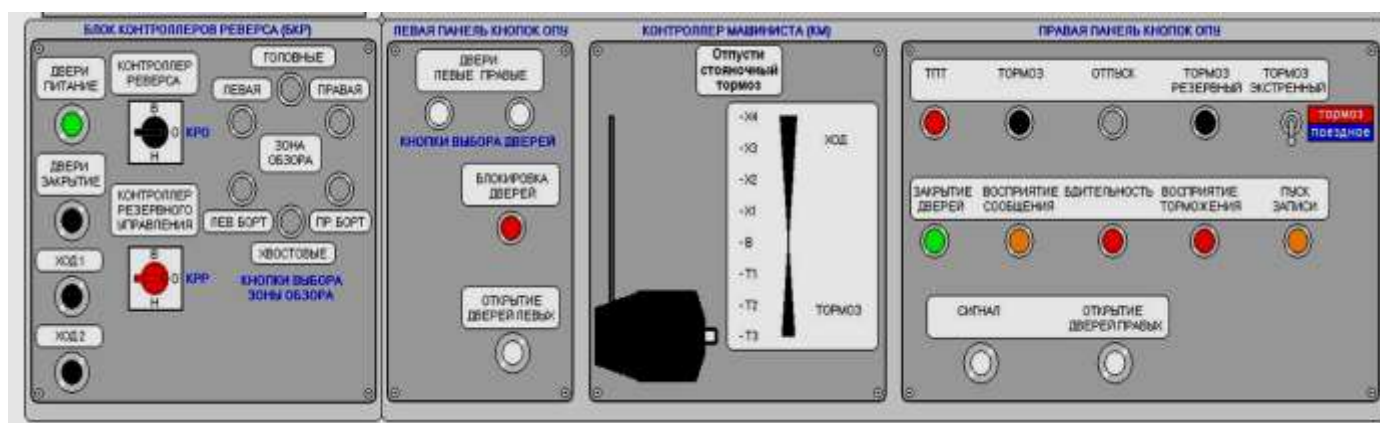


Рис.82 Расположение кнопок управления дверями

Все кнопки управления дверями, кроме кнопки резервное «Двери закрытие» имеют подсветку. Горящая лампа подсветки сигнализирует, что кнопка готова к работе или включена. В штатном режиме сигналы управления от кнопок ПМО на открытие и закрытие дверей поступают на БУП, который формирует команды (открытия (закрытия) дверей и передает их в БУВ для реализации этих команд.

Управление осуществляется как по поездным проводам, так и по командам системы «Витязь». Катушки вентилях открытия дверей получают питание «плюс» от кнопок по поездным проводам, а «минус» с провода «ОВ» в БУВе. Вентили закрытия дверей получают «плюс» и «минус» от вагонных цепей.

При включении одной из кнопок открытия одновременно замыкается вторая пара контактов в этой кнопке, что дает информацию в БУП о ее включении, для БУП это будет сигналом для формирования команды для БУВ каждого вагона на подключение вентиля открытия дверей соответствующей стороны к минусу питания» ОВ».

Команды на открытие дверей подаются на вентили открытия дверей («ВОЛД» и «ВОПД») дверных воздухораспределителей, а на закрытие дверей на вентили закрытия дверей («ВЗД»). Положение дверей (открыты и закрыты) контролируются датчиками открытия и закрытия дверей («ДОД» и «ДЗД»). Информация с датчиков поступает в БУВ, который передает ее в БУП и далее на монитор машиниста в кабину управления.

Необходимым условием работы раздвижных дверей вагонов «Русич» является:

- Наличие низкого (75в) на вагоне
- Исправная работа блоков БУП и БУВ
- Поездное положение «Вперед» или «Назад» контроллера реверса
- Исправная работа кнопок управления дверьми на основном пульте машиниста
- Исправная работа датчиков открытия дверей (ДОД) и закрытия дверей (ДЗД)
- Исправная работа ДВР.

При отказе в работе системы «ВИТЯЗЬ» управлять работой дверьми машинист может только перейдя на резервное управление дверями.

**Внимание!** 1. Для открытия дверей, при посадке и высадке пассажиров, необходимо открывать левые или правые двери, в зависимости от положения платформы. Перед тем как пользоваться кнопками открытия левых (правых) дверей машинист обязан определить сторону открытия дверей – левую или правую. Для чего нажимает на кнопки выбора, расположенные на левой панели пульта, это приведет к их фиксации и включению подсветки. Подсветка загорится также в той кнопке, которой машинист будет пользоваться при работе линии. Это сделано для того, чтобы не произошло случайного открытия дверей противоположной стороны платформы. В схеме предусмотрено так, что если машинист «ошибочно» нажмет кнопку с не горящей подсветкой (противоположная сторона) БУП не выдаст команду на открытие дверей БУВ.

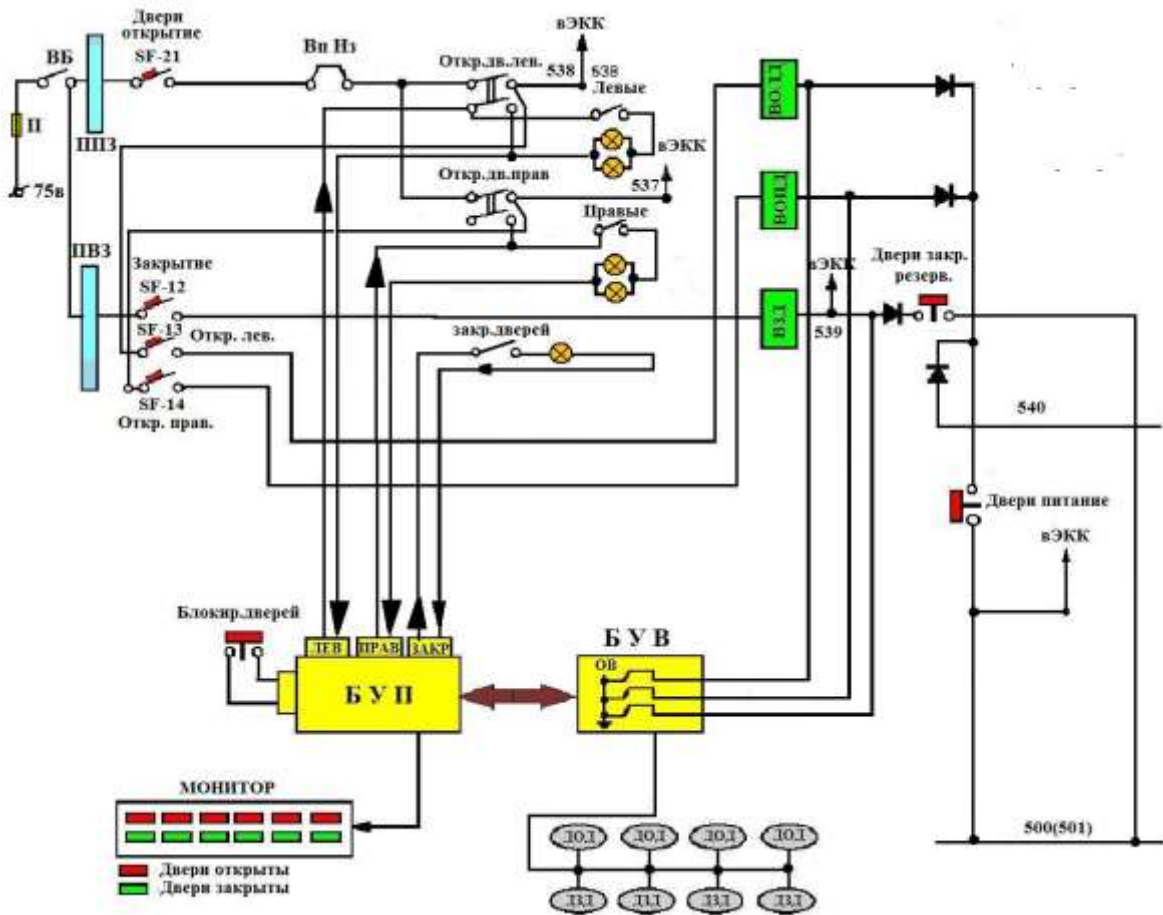


Рис.83 Схема управления дверей

## Открытие левых (правых) дверей

Для открытия дверей левых (правых) необходимо (Рис.83):

- Предварительно отключить на пульте ПМО кнопку «двери закрытие», при этом погаснет подсветка и снимется сигнал «закрытие дверей» с БУП и БУВ в каждом вагоне отключат вентиля закрытия дверей от провода «0В».
- Включить кнопку «выбор» соответствующих дверей, при этом загорится подсветка «выбор» и подсветка кнопки «открытие дверей» по цепи: БУП-15в, контакты кнопки выбора «левые», лампы подсветки кнопок, БУП.
- Нажать на кнопку открытия левых (правых) дверей на пульте машиниста основном, при этом произойдет:

1. БУП получит сигнал о включении кнопки «открытие дверей левые (правые)» по цепи: БУП-15в, вторая пара контактов кнопки «открытие дверей левые (правые)», БУП. включенная кнопка «выбор», включенная кнопка «двери открытие», БУП.

БУП передает сигнал об открытии дверей по манчестерской шине в БУВы каждого вагона, которые подключают вентиля открытия левых (правых), дверей к проводу «0В».

2. Вентиля открытия левых (правых), дверей получают питание 75в по цепи:

- Предохранитель батареи, выключатель батареи, ППЗ, автомат защиты SF-21 «двери открытие», ключи «Вп» или «Нз» контроллера реверса, контакты кнопки «открытие дверей левых (правых)», поездные провода (538,537), и в каждом вагоне на автомат SF-13 (SF-14) «открытие левых (правых) дверей», установленного на ПВЗ; вентиля открытия левых(правых) дверей, ключ БУВ на провод «0В». Двери открываются!

Работу дверей на открытие и закрытие контролируют специальные датчики открытия (ДОД) и закрытия (ДЗД), передающие информацию о положении дверей в БУВ. БУВ по манчестерской шине передает в БУП и далее на монитор в кабину машиниста.

## Закрытие дверей

Для закрытия дверей необходимо включить кнопку «закрытие дверей» на ПМО, при этом загорится подсветка кнопки, и сформируется сигнал на закрытие дверей в БУП. БУП по манчестерской шине сигнал передаст в БУВ каждого вагона, где включатся ключи и подключат вентиля закрытия (ВЗД) к проводу «0В», которые получают питание 75в в каждом вагоне по цепи:

- ПВЗ, автомат защиты SF-12 «Двери закрытие», контакты кнопки «закрытие дверей», поездные провода (539,540), вентиля закрытия дверей в каждом вагоне, через ключи БУВ, подключаются к проводу «0В». Двери во всех вагонах состава закрываются!

## Резервное управление дверями

При неисправности системы «Витязь» или другой неисправности, не позволяющей управлять работой дверями в штатном режиме, машинисту необходимо перейти на резервное управление дверями для чего:

- На блоке контроллеров реверса пульта машиниста (Рис.82) необходимо нажать кнопку «Двери питание».

В этом случае к вентилям открытия и закрытия дверей будет подключен нулевой провод (500) через контакты данной кнопки, минуя БУВ. (БУВ в управлении дверями участия не принимает)

- Нажать кнопку «двери закрытие» на блоке контроллеров реверса. Это приведет к подключению вентилей закрытия дверей всех вагонов к земляному проводу (500) через замкнутые контакты кнопки.

Цепь подключения вентилей:

- В каждом вагоне 75в поступает на ПВЗ, далее на автомат защиты SF-12«Двери закрытие», контакты кнопки «двери закрытие», поездные провода (539,540) и в каждом вагоне ВЗД, диод, и по поездному проводу 540 из каждого вагона в головной вагон на замкнутые контакты кнопки «дверей питание» на провод 500, земля. Двери закроются!

Примечание: При включенной кнопке «двери питание» управление раздвижными дверями может производиться:

- При выключенных контроллерах реверса
- При не включенных кнопках переключения открытия дверей (кнопках выбора)
- При неисправности БУВ
- При не включённой (не исправной) системы « Витязь».

При неисправности системы «Витязь» и поступлении информации машинисту «двери не закрыты» - для приведения поезда в движение с открытыми дверями (без пассажиров) необходимо включить на основном пульте машиниста кнопку «блокировка дверей».

## Открытие дверей вручную

Открытие дверей вручную, в случае аварийной ситуации осуществляется с помощью кранов выключения дверей, расположенных в салонах вагонов.



Рис.84 Кран выключения дверей

Для открытия дверей необходимо повернуть ручку крана (Рис.84), что приведет к выпуску воздуха из дверной магистрали, а затем вручную раздвинуть створки раздвижных дверей. Аварийные краны выключения дверей установлены в салонах головной и концевой секций по два крана.

## Сигнализация дверей

В конструкции дверей предусмотрен индуктивный датчик положения створок дверей «Закрыто» и датчик безопасности «противозажатия».

Датчик положения «Закрыто» находится в середине дверного проема и срабатывает при приближении кронштейна дверной створки. Датчик имеет световой индикатор, включающийся при срабатывании датчика.

Требуемое положение датчика обеспечивается его регулировкой в вертикальном и продольном направлениях. В продольном направлении датчик должен быть отрегулирован таким образом, чтобы максимальный зазор между резиновыми уплотнителями створок, при котором срабатывает датчик и подается сигнал о закрытии дверей, был не более 25 мм между уплотнениями створок.

Датчик безопасности включает в себя следующие компоненты:

- Резиновый буфер двери
- Гибкий датчик с контактными пластинами, устанавливаемый внутри резинового буфера
- Нижний ограничитель движения двери
- Верхний ограничитель движения двери.

Датчик установлен на левую дверь дверного проема. При определенном давлении на резиновый буфер-уплотнитель с внешней стороны происходит касание контактных пластин, цепь замыкается и подается сигнал в кабину машиниста.

Для обеспечения безопасности пассажиров при входе в салон на вагонах над каждой раздвижной дверью с внешней стороны установлены светильники светодиодной сигнализации закрывания двери, предназначенные для визуального контроля пассажирами подаваемого синхронного сигнала о закрытии дверей вагонов по всей длине поезда. Цвет индикации – красный, мигающий с периодом включения 1 сек. Включение светодиодной сигнализации (загорание светодиодов) происходит после прохождения радиосообщения по каналам ЦИК «Осторожно, двери закрываются».

## Схема управления мотор - компрессором

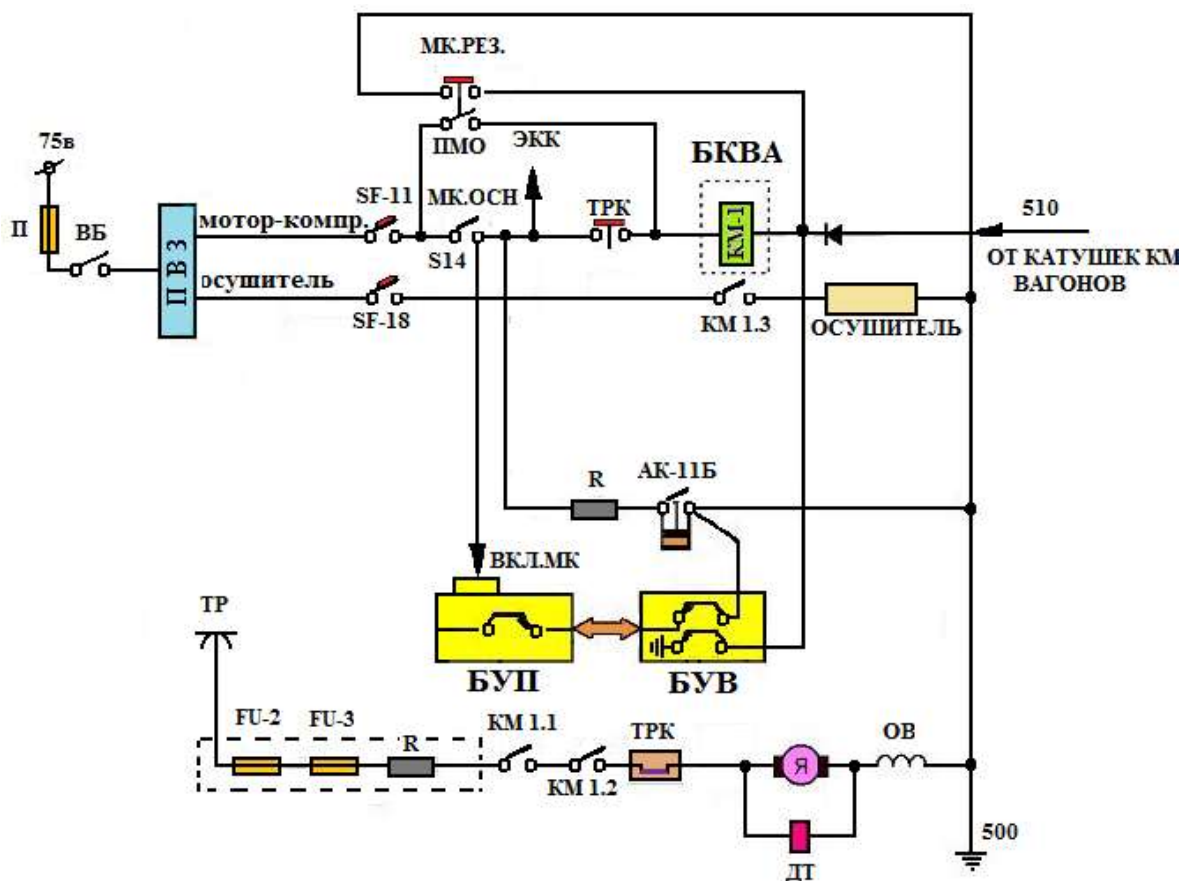


Рис.85 Схема управления мотор компрессором

### Цепь управления:

1. При включении ВБ напряжение 75в подается на панель ПВЗ откуда через автоматические выключатели SF-11 «Мотор – компрессор» и SF18 «Осушитель» на катушку электромагнитного контактора КМ1 включения двигателя компрессора и на осушитель компрессора.

2. При включении на пульте машиниста (ПМО) тумблера S14 «Компрессор основной» в БУП формируется команда на включение электрокомпрессора, которая по манчестерской линии передается во все БУВ-ы вагонов, но компрессора и осушителя не включаются до тех пор, пока с БУВ вагона, из которого производится управление поездом, не поступит сигнал в БУП о включении регулятора давления.

При замыкании контактов регулятора давления (АК-11Б), создается цепь:

- автомат на ПВЗ SF-11 «Мотор-компрессор», сопротивление, включённые контакты АК-11Б, нулевой провод (500), устройства токоотвода, земля. С этой цепи поступает сигнал, о включении АК-11Б, в БУВ вагона из которого ведётся управление поездом и далее сигнал поступает в БУП (тоже происходит и при не включённом или выбитом автомате «МК»). Сигнал на включение МК с БУП передается в БУВ каждого вагона. В БУВ вагона включается электронный ключ, который подключает катушку контактора МК к земленому проводу «ОВ».



- Цепь включения: автомат «Мотор-компрессор» на ПВЗ, контакты термореле, катушка КМ-1, провод «ОВ» (в БУВ), земля. Включаются МК и осушители.

Через 2-3 сек, при появлении давления на выходе МК, датчик мотор-компрессора (СД-1) передаёт сигнал в БУВ о исправности МК, если давление на выходе МК через 2-3 сек не появится, на БУВ пойдёт сигнал о неисправности МК, который поступит на БУП и далее в кабину машиниста на монитор.

В режиме ВО- красный прямоугольник. В строке информации БУП «МК - не исправен».

### **Работа регулятора давления АК-11Б**

- При достижении давления в напорной магистрали свыше 8 атм. БУВ формирует команду на отключение контактора КМ1
- При падении давления ниже 6 атм. БУВ формирует команду на включение контактора КМ1.

### **Защита двигателя мотор – компрессора**

При появлении давления на выходе компрессора датчик мотор-компрессора СД-1 передает в БУВ своего вагона сигнал об исправности МК.

При перегрузке компрессора (увеличенное потребление тока) срабатывает термореле ТРК и своим контактом ТРК разрывает цепь питания катушки контактора КМ1. Контактор отключается и своими силовыми контактами разрывает цепь питания двигателя компрессора, что приводит к отключению мотор – компрессора.

### **Включение мотор компрессора по резервной схеме**

При отказе работы мотор – компрессоров необходимо перейти на резервное управление для чего на пульте (ПМО) включить кнопку «Мотор – компрессор резервный». При включении кнопки, катушки КМ-1 подключаются к минусовому проводу (500), минуя электронные ключи БУВ.

Цепь включения контакторов компрессора:

- Для головного вагона; +75в, П, ВБ, ПВЗ, SF-11, контакты ТРК, катушка контактора КМ-1, контакты кнопки МК резервный на ПВЗ, провод 500, земля
- Для остальных вагонов; катушки контакторов КМ-1 по поезвному проводу, ЭКК, диод, контакты кнопки МК резервный на ПВЗ, провод 500, земля.

Примечание: Мотор-компрессора по резервной схеме работают без контроля регулятора давления.

### **Силовая цепь мотор – компрессора**

Контактор КМ, включившись замыкает свои контакты КМ 1.1 и КМ 1.2 в силовой цепи двигателя мотор - компрессора, что приводит к работе двигателя по цепи (Рис.85):

- Токоприемник, предохранители FU2 и FU 3, сопротивление 16.8ом, силовые контакты контакторов КМ 1.1 и КМ 1.2, тепловое реле компрессора ТРК, датчик тока ДТ, мотор-компрессора, обмотка якоря, обмотка двигателя, земля.

## Освещение салонов.

Для общего и дежурного (аварийного) освещения салонов вагона используется блочно-модульная система освещения «Световая линия» (Рис.86). Система освещения «Световая линия» выполнена в виде световых модулей – составных частей светильника, последовательно установленных на плоской поверхности потолка вагона в два ряда. Блочно-модульная система освещения состоит из световых модулей двух типов: одноламповых и двухламповых.

Конструктивно модули изготовлены на несущем основании из алюминиевого сплава, на котором установлены держатели коммутационных колодок, патроны ламп с установленными лампами, электронные пускорегулирующие аппараты (АПП), которые преобразуют поступающее на их постоянное напряжение 75в в переменное 220в. Лампы закрыты рассеивателями из прочного поликарбоната, закрепленными защелками, выполненными в конструкции основания и самих отражателях. Места ввода кабелей и установки АПП закрыты декоративными крышками, закрепленными при помощи специальных винтов. При монтаже «Световой линии» на стыках модулей устанавливаются блоки громкоговорителей, имеющие собственные декоративные крышки.

### Схема освещение салона

Включение освещения салона, производится при включенных автоматических выключателях SF19 «Освещение салона. Питание», SF20 «Освещение салона Аварийное», SF7 «ИПП».

Для включения освещения (Рис.86) салона на ПМВ включается тумблер SA6 «Освещение салона» и на БУП поступает сигнал. Блок БУП формирует команду на включение освещения салона и передает ее в блок БУВ для исполнения.

От блока БУВ сигнал на включение освещения поступает на блоки управления ИПП-10 всех вагонов (Рис.86), включаются контакторы КМ2 и питание 80 в подается на светильники E1 – E 16 с люминесцентными лампами «световой линии» вагонов.

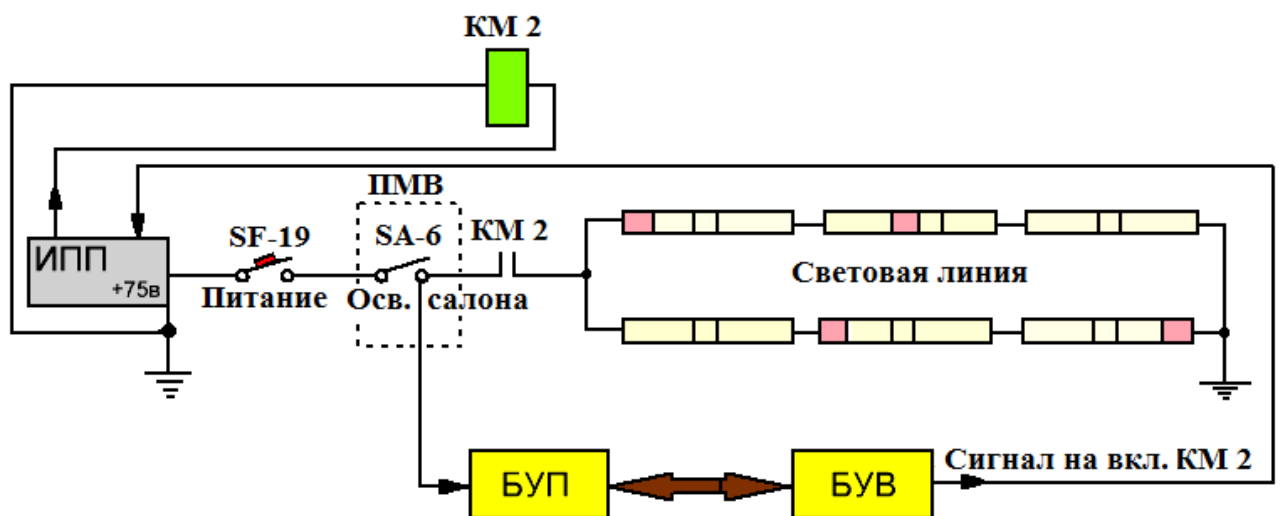


Рис.86 Схема освещение салона

В аварийном режиме, при отсутствии напряжения на ИПП-10, остаются включенными только дежурные (4 лампы) модуля «световой линии», получая питание от АКБ (Рис.87).



Рис.87 Схема аварийного освещения

Примечание: при снижении входного высокого напряжения в ИПП ниже уровня 550в в течении 20 секунд ИПП снимает питание 80в с цепей освещения салона.

### Обогрев кабины машиниста

Для обогрева кабины и стекол, при низких температурах, и ее вентиляции с подачей наружного воздуха необходимо включать тепловентилятор кабины. Включение тепловентилятора производится переключателем S17 «Тепловентилятор» на ПМО путем постановки его в желаемые положения ступеней обогрева (включение соответствующих нагревательных элементов) или вентиляции (без включения нагревательных элементов). В режимах отопления и вентиляции наружный воздух, нагретый или наружной температуры, подается вентиляторами в кабину машиниста. Напряжение питания +80в на тепловентилятор подается через автоматический выключатель SF16 на ППЗ.

В тепловентиляторе предусмотрена защита от понижения напряжения и перегрева. При перегреве тепловентилятора происходит его выключение и на пульте ПМО светится индикатор «Перегрев тепловентилятора.». При снижении напряжения питания (возможное отключение источника ИПП-10 и питание только от АКБ) обесточивается реле У3 тепловентилятора, которое своими контактами отключает тепловентилятор и разрывает цепь питания реле К1 на панели стеклообогрева, которое отключает нагревательные элементы лобового и боковых стекол кабины машиниста.

Включение стеклообогрева производится выключателем SA7 «Обогрев стекла» на ПМО при этом получает электропитание реле К1, которое срабатывает и обеспечивает подачу напряжения на ЕК4, ЕК5 и ЕК6 через свои контакты.

### Схема фар и габаритных огней

Включение фар и габаритных огней производится при включенных автоматических выключателях SF7 «ИПП», SF12 «Фары 1 гр.», SF13 «Фары 2 гр.», «Видеобзор. Табло».

При постановке рукоятки «Контроллер реверса» в позицию «ВП» блок БКЦУ обеспечивает бесконтактную коммутацию цепей питания фар. Для включения фар (Рис.88) на ПМВ поставить в положение «Вкл.» тумблер «Фары 1 гр. Включается БПФ и подает питание 24в постоянного тока на 2-е параллельно соединенные лампы.

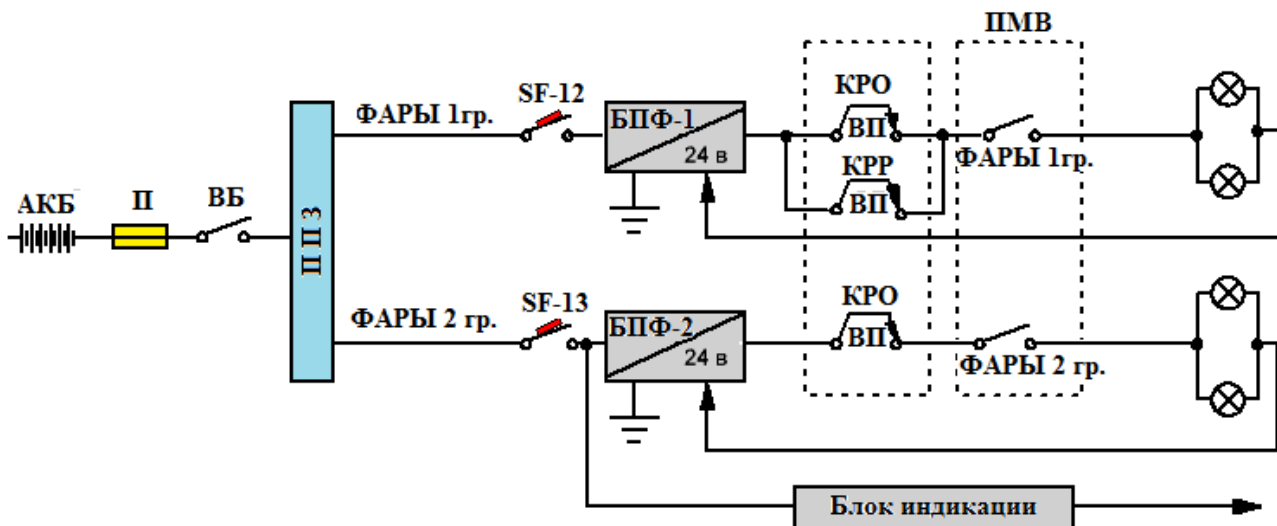


Рис.88 Схема включения белых фар

Для включения «фар 2 гр.» необходимо включить тумблер “Фары 2 гр.”

При этом, при положении контроллера реверса основного “ВП”, напряжение аккумуляторной батареи поступает в БПФ, который обеспечивает питание фар 2 группы напряжением постоянного тока 24 в. При управлении от КРР белые фары не горят. Через автомат защиты «ФАРЫ 2гр» получает питание «БЛОК ПИТАНИЯ» индикации, от которого получают питание монитор машиниста, шкальный индикатор АЛС. При погасшем мониторе машиниста и шкальном индикаторе необходимо переключить автомат «ФАРЫ 2гр».

## Габаритные огни

При включенном автоматическом выключателе SF14 «Огни габаритные» и положении «Контроллера реверса основного» (или резервного контроллера) в положении «0» или «НЗ» включаются нижние габаритные фонари (Рис.89), получая питание от БПФ-1.

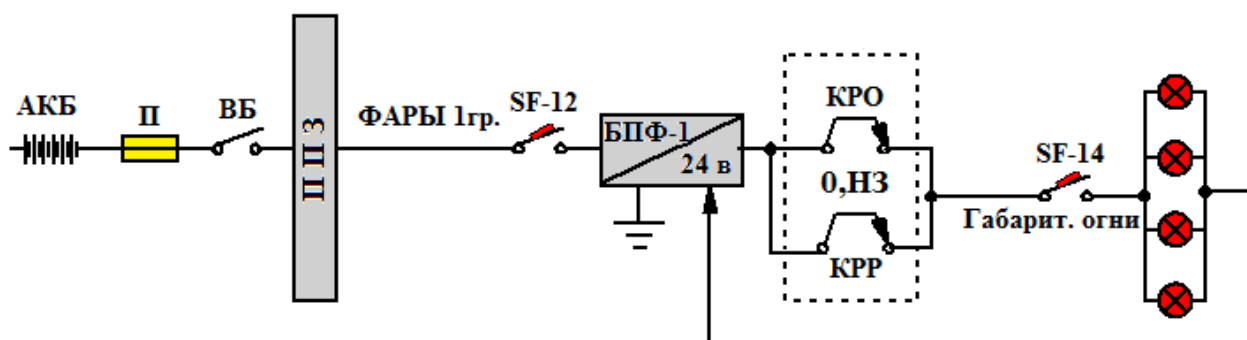


Рис.89 Схема габаритных огней

Верхние фонари установлены на панели маршрутоуказателя. Питание на фонари и маршрутоуказатель поступает от БПФ, при включенном автоматическом выключателе SF-12. Цепи питания проходят через коммутатор, установленном на отдельном пульте управления, который расположен на правой стойке ПМО.

## Схема освещение кабины и аппаратного отсека

Включение освещения кабины производится включением тумблеров SA7 “Освещение Кабина” и SA15 “Освещение кабины. Сильно / Слабо”.

При включении тумблера SA7 и положении тумблера SA15 в позиции “Слабо” в светильниках кабины горят по одной лампе. При переводе тумблера SA15 в позицию “Сильно” в светильниках работают обе лампы.

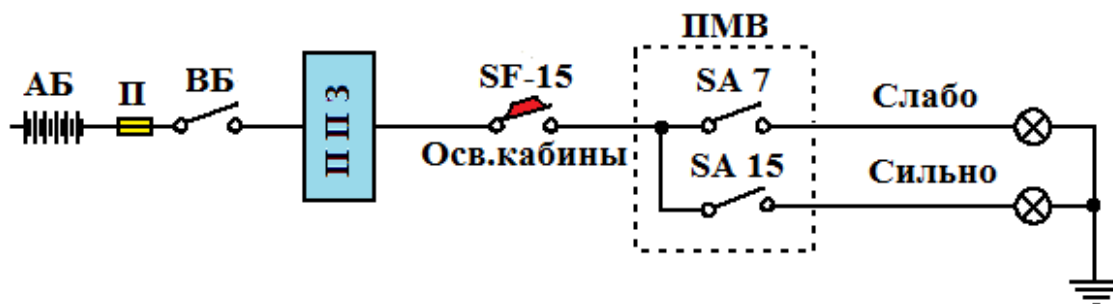


Рис.90 Схема освещения кабины

Освещение аппаратного отсека обеспечивается лампами накаливания на 24в, включенными последовательно, при включении тумблера SA16 “Освещение аппаратного отсека”.

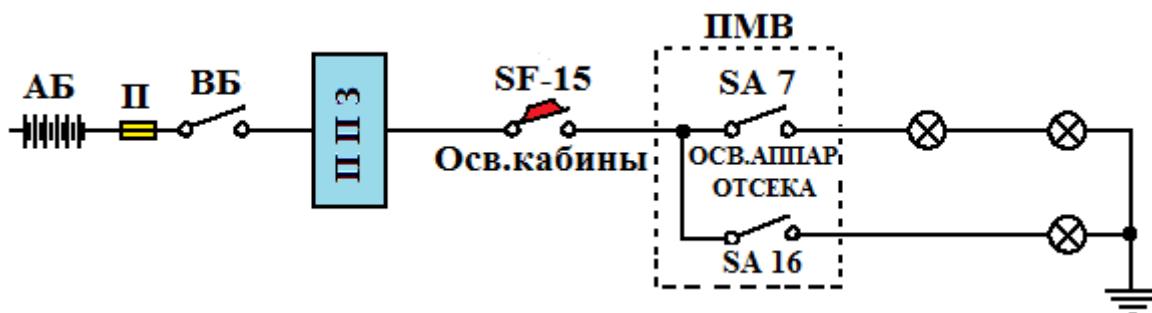


Рис.91 Схема освещения аппаратного отсека

## Схема управление торцевыми дверями

Управление торцевыми дверями (Рис.92) осуществляется при помощи тумблера на пульте ПМВ - S11 «Двери торцевые».

Формирование и прохождение команды на исполнительные органы осуществляется БУВ. Прохождение команд контролируется датчиком контроля закрытия пневмоматка торцевой двери S6.

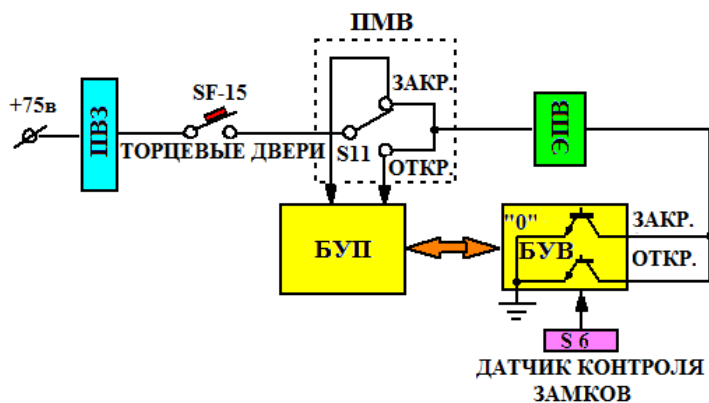


Рис.92 Схема управления торцевыми дверями

### Схема работы управления отжатия ТР

Схема управления отжатия токоприемников предусматривает дистанционное отжатие токоприёмников двумя способами:

- Включение тумблера S1 - «Отжатие ТР 1-ая группа» - нечётные вагоны
- Включение тумблера S2 - «Отжатие ТР 2-ая группа» - чётные вагоны

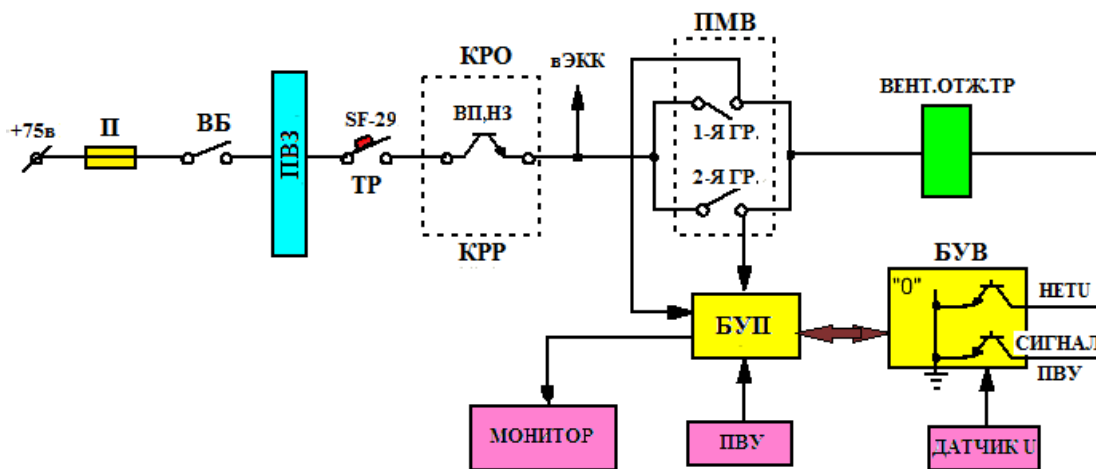


Рис.93 Схема управления отжатия ТР

Отжатие ТР произойдёт только при отсутствии высокого напряжения в силовой схеме

- В режиме ПВУ ТР отжимаются как при наличии, так и при отсутствии высокого напряжения в силовой схеме.

## Отжатие ТР тумблерами «Отжатие ТР»

Для отжатия ТР (Рис.93) необходимо активировать БУП, т.е. включить КРО или КРР и перевести (включить) тумблер(а) в положение отжат (вверх). Сформируется сигнал на отжатие ТР в БУП, который по манчестерской шине передается в БУВ каждого вагона. При отсутствии высокого напряжения в силовой схеме ( БУВ получает информацию о наличии или отсутствии напряжения в силовой схеме от датчика напряжения) БУВ откроет ключи и вентили отжатия ТР подключатся к проводу «0».

Цепь питания:

+75в, П, ВБ,ПВЗ, автомат SF-29 (ТР), ЭКК и в вагоне, где БУВ получил сигнал на отжатие ТР, катушка вентилей отжатия ТР, ключ БУВ; провод «0». Токотприемники займут отжатое положение!

При отжатии ТР, информация об их отжатии с сигнализатора давления пойдет в БУВ и далее в БУП и на монитор.

## Отжатие ТР в режиме ПВУ (по вагонное управление)

Войти в режим ПВУ, и на вагоне (ах) включив кнопку №4 отжать ТР. Выйти в режим ВО через штатный режим, и убедиться в отжатии ТР.

## Схема работы звукового сигнала

Включение звукового сигнала (Рис.94) производится с ПМО нажатием кнопки SA11 «Сигнал».

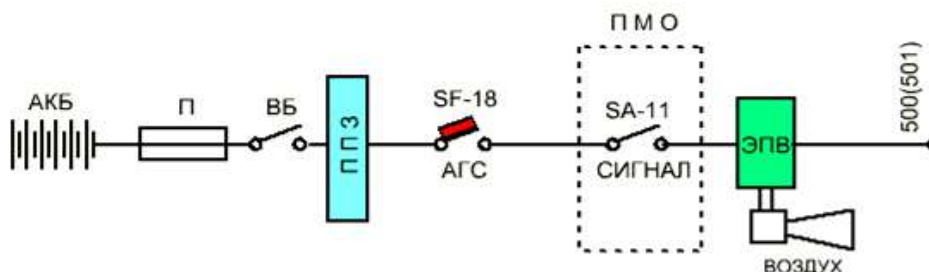


Рис.94

Схема управления звукового сигнала

При замыкании контактов кнопки SA11 напряжение аккумуляторной батареи поступает на катушку электропневматического вентилей по цепи (Рис.94):

- Плюс АКБ, предохранитель, ВБ, ППЗ, автоматическом выключатель SF18, кнопка SA11 на ПМО, катушка вентилей, провод 500, земля. Вентиль срабатывает и обеспечивает подачу сжатого воздуха на пневматический двухтональный сигнал, который подает звуковой сигнал.

## Схема включения крана машиниста

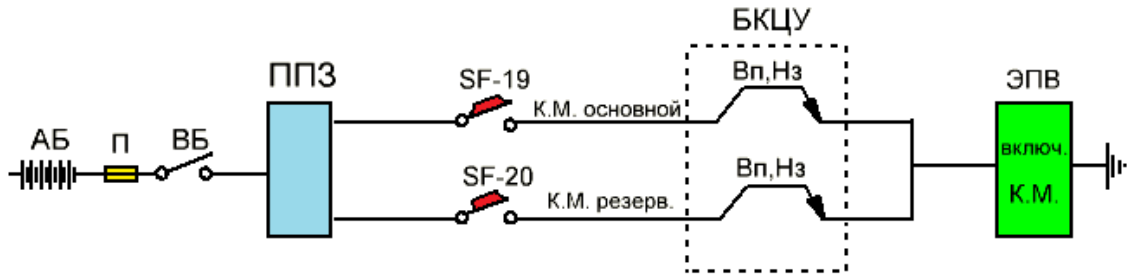


Рис.95 Схема включения крана машиниста

Подача питания на электропневматический вентиль К-9 (Рис.95) включения крана машиниста осуществляется через БКЦУ при положении контроллеров реверса основного или резервного в позициях «ВП» или «НЗ» и включенном автоматическом выключателе SF19 «Кран машиниста» или SF20 «Кран машиниста резервный».

Подача питания на электропневматический вентиль осуществляется по цепи:

- Плюс АКБ, предохранитель, ВБ, ППЗ, автоматический выключатель SF19 (SF-20), контакты реверса ВП (НЗ), катушка ЭПВ, земля. Вентиль сработает и воздух из НМ поступит под поршни разобщительного устройства, выполняющее роль кранов двойной тяги. Поршни разобщительного устройства силой воздуха снизу поднимаются вверх, и клапана открываются, подключая НМ и ТМ к реле давления крана машиниста 013.

## Включение стеклоочистителя и стеклоомывателя

Включение стеклоочистителя и стеклоомывателя производится при помощи кнопок SA13 «Стеклоочиститель» и SA14 «Омыватель», расположенных на ПМО.

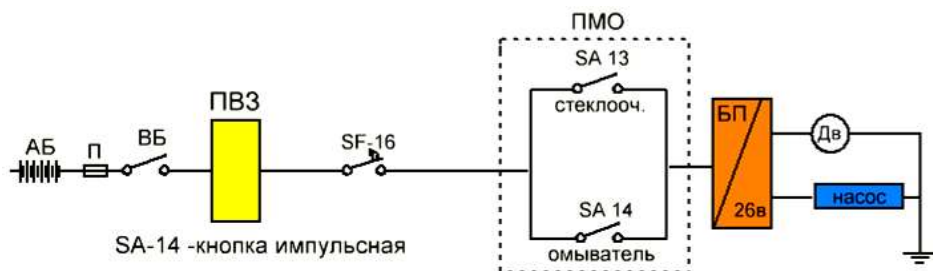


Рис.96 Схема включения стеклоочистителя и стеклоомывателя

При замыкании контактов кнопки SA13 или SA14 напряжение аккумуляторной батареи поступает на блок питания стеклоочистителя типа БП (Рис.96) по цепи:

- Плюс АКБ, предохранитель, ВБ, ПВЗ, автоматический выключатель SF16 «табло наддверное», блок питания (БП). Включается блок питания стеклоочистителя и питание 24 в постоянного тока подается на двигатели стеклоочистителя и насоса стеклоомывателя. Реле К в коммутаторе обеспечивает изменение направление



вращения двигателя и движение рычага с щеткой (влево-вправо). Кнопка SA14 – импульсная, без фиксатора, что омыватель работает только при нажатии кнопки.

### Схема управления стояночными тормозами

Каждая тележка включает в себя четыре тормозных блока одностороннего действия, по одному на колесо, которые при торможении вагона обеспечивают передачу усилий от тормозных цилиндров к тормозным колодкам и от них на поверхности катания колес. При этом два тормозных блока оборудованы тормозными цилиндрами, а два других тормозными цилиндрами с цилиндрами стояночными тормозными (Рис.97).

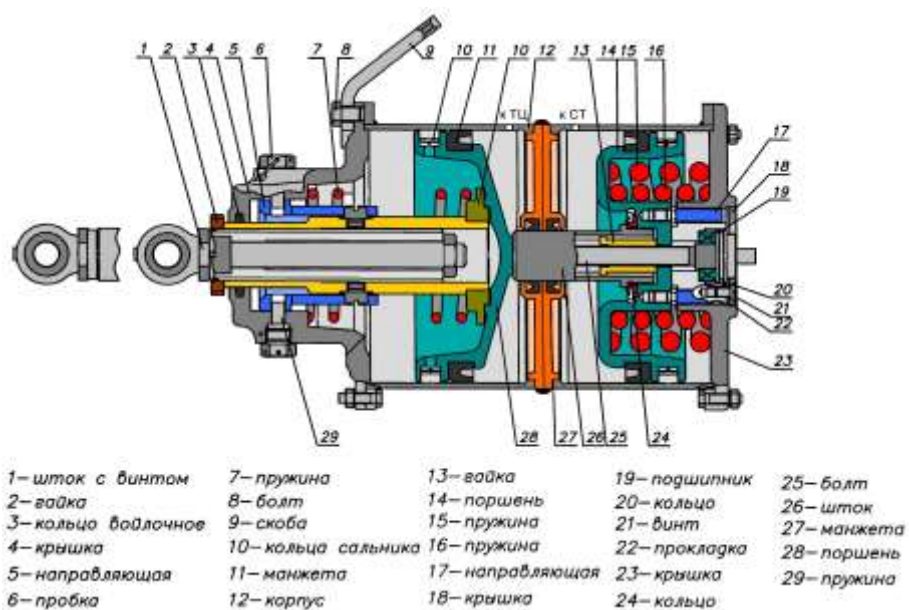


Рис.97 Цилиндр тормозной стояночный

Цилиндр тормозной стояночный пневматический двухкамерный (Рис.97), представляет собой устройство, состоящее из тормозного цилиндра и цилиндра стояночного тормоза, которые торцевыми частями через фланец соединены между собой. Стояночный тормоз состоит из корпуса, пружин, поршня, штока, крышек и болта.

Шток стояночного тормоза связан с поршнем и упирается в пятку днища поршня тормозного цилиндра. Пружина с одной стороны упирается в крышку, а с другой стороны в поршень. Болт с торцевой стороны насаживается на подшипник, а конец болта с помощью резьбы вворачивается в гайку, которая вставлена внутрь штока.

При отсутствии давления сжатого воздуха в рабочей полости стояночного тормоза пружины разжимается и, воздействуя на поршень, передают усилие на поршень тормозного цилиндра. Поршень движется, сжимая пружину, выдвигает шток, и тормозное усилие передается на тормозную колодку через рычажную передачу, - колесо затормаживается. При подаче сжатого воздуха в рабочую полость стояночного тормоза происходит обратное перемещение поршня, что приводит к растормаживанию колес.

При транспортировании вагона посторонней тягой или при неисправности блока управления стояночным тормозом, стояночный тормоз выключается при помощи болта. При этом происходит сжатие пружин и фиксация их в этом положении.

В данном случае будет работать только тормозной цилиндр, обеспечивая торможение вагона.

## Блок управления стояночным тормозом (БУСТ)

Управление стояночным тормозом осуществляет блок управления стояночным тормозом (БУСТ), который предназначен для впуска и выпуска воздуха из цилиндров стояночного тормоза по командам управляющих электрических сигналов.

БУСТ состоит из 3-х основных узлов:

- Вентиль электропневматического включающего типа, при подачи питания на вентиль сообщает цилиндр аппарата с источником воздуха, а при отсутствии питания сообщает цилиндр аппарата с атмосферой
- Вентиль электропневматического выключающего типа.
- Пневмораспределительного устройства.

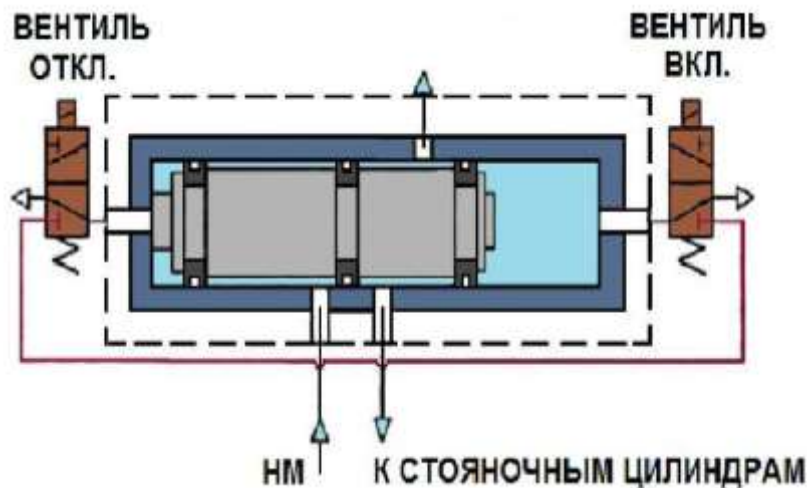


Рис.98 Блок управления стояночным тормозом

Пневмораспределительное устройство (Рис.98) состоит из корпуса, в котором перемещается поршень с уплотняющими манжетами. В корпусе имеется три отверстия, которыми осуществляются сообщения полостей СТ с напорной магистралью или с атмосферой. Поршень имеет два фиксированных положения: «ВКЛ» и «ОТКЛ». Во включенном состоянии полости цилиндров СТ сообщены с атмосферой, а при выключенном состоянии СТ в них подается воздух из напорной магистрали, необходимый для сжатия силовых пружин стояночного тормоза. Переключение режимов производится путем подачи питания на электромагнитные вентили «Вкл» или «Откл», при помощи тумблера «Стояночный тормоз», расположенного на пульте машиниста.

## Сигнализаторы давления

Сигнализаторы давления предназначены для сигнализации наличия или отсутствия давления в магистралях вагона с выдачей сигнала (замыкание контактов) в цепи управления или к средствам сигнализации и отображения информации.

Сигнализатор давления (СД5) установлен в магистрали управления стояночным тормозом.

Сигнализатор состоит из фланца и корпуса (Рис.99), соединенных между собой болтами. Во фланце устанавливается поршень с манжетой. Величина давления, при котором замыкаются (размыкаются) контакты выключателя регулируется. К контактам выключателя присоединяются жилы кабеля. Воздух из резервуара (или какого-либо другого объема пневматической системы) попадает под поршень, который при достижении отрегулированного давления поднимается, преодолевая сопротивление пружины и замыкает (размыкает) контакты выключателя.

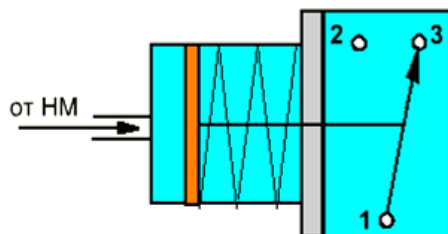


Рис.99 Сигнализатор давления

### Схема управления стояночным тормозом

Схема управления стояночными тормозами получает напряжение 75в с ППЗ через включённые автоматы SF-19 «Питание КРМ основное» или SF-20 «Питание КРМ резервное» и включённые ключи БКЦУ.

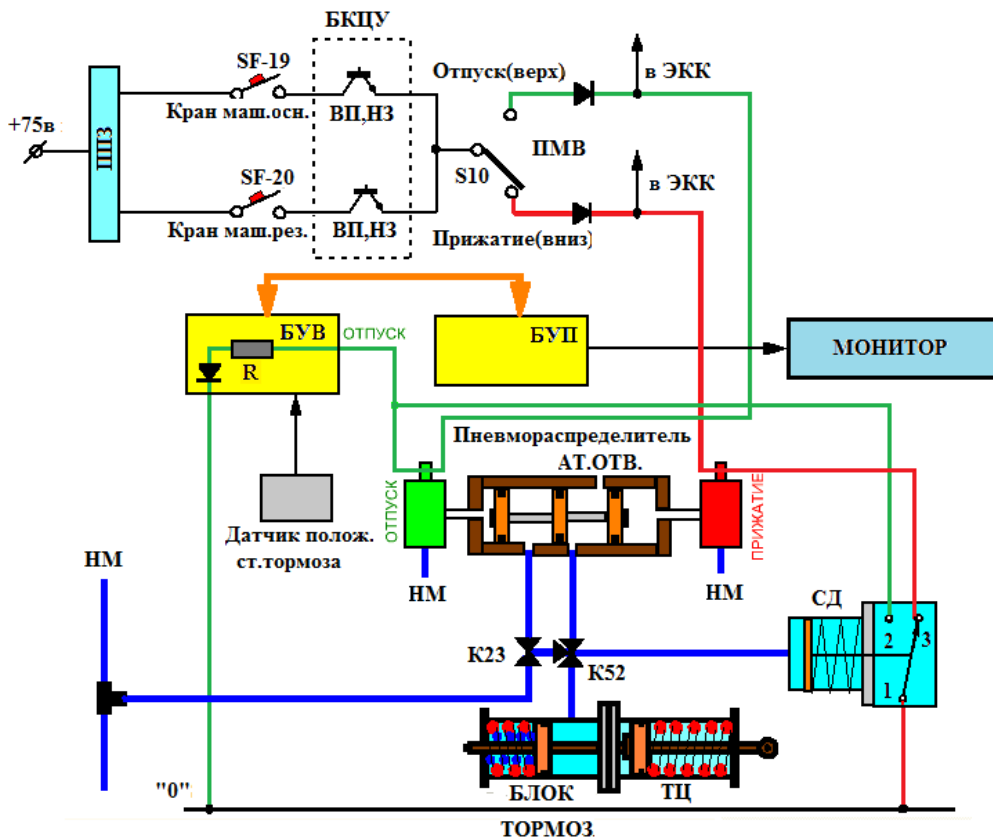


Рис.100 Схема управления стояночными тормозами

Включение и отключение стояночного тормоза (Рис.100) в режимах основного или резервного управления производится с помощью тумблера S10 «Тормоз стояночный», расположенного на ПМВ. Тумблер имеет два положения: «ОТПУЩЕН» - верхнее положение и «ПРИЖАТ» - нижнее положение. БУВ по информации от сигнализатора давления формирует признаки состояния стояночного тормоза («прижат» или «отжат») и в случае его не отключения по поездной магистрали передает в БУП сигнал «Стояночный тормоз прижат».

Включение и отключение стояночного тормоза производится без включения системы «Витязь», а контроль по монитору машиниста за положением ст. тормоза производится при включенной системе «Витязь».

При не включённой «Витязь» (не пройдена инициализация), неисправности БУВ, следовании на резервном управлении поездом, контроль за положением стояночного тормоза осуществляется машинистом проверкой сопротивления движению поезда (проверкой наката).

При установке тумблера «СТ. ТОРМОЗ» в положение "ПРИЖАТ" (нижнее):

- Снимается напряжение 75в с вентиля «отжатие» и с цепи сигнализации о положении стояночного тормоза в БУВ, что приводит к появлению сигнала «ПРИЖАТ СТ-ТОРМОЗ» (сигнал от БУВ в БУП и на монитор машиниста)
- Получает питание вентель прижатия (включения) пневмораспределителя по цепи: автомат SF-19 или SF-20 (в зависимости от вида управления поездом), включенный ключ БКЦУ (ВП или НЗ), контакты тумблера S10, диод, вентиль прижатия, контакты СД 3-1 (включённые при отпущенном ст. тормозе, т.е. при наличии давления в магистрали ст. тормоза и в блок тормозе), минусовой провод.

Вентиль срабатывает и выпускает сжатый воздух из НМ в правую полость пневмораспределителя через открытый кран отключения БУСТ, что приводит к перемещению поршня и магистраль управления ст. тормоза сообщается с атмосферой. Сжатый воздух выходит в атмосферу из магистрали управления стояночным тормозом и камеры блок- тормоза, это приведет к расжатию пружин ст.тормоза, поршень ст. тормоза переместится вправо, воздействуя при этом на поршень ТЦ ,что приведет к прижатию тормозных колодок к поверхности катания колеса.

Подвижный контакт СД, контролирующий наличие или отсутствие давления в блок-тормозе из положения 1-3 переключится в положение 1-2, отключив вентиль прижатия от минусового провода и подключит вентиль отпуска к минусовому проводу, подготовив тем самым цепь к включению вентиля отжатия стояночного. тормоза.

При установке тумблера ст. тормоз в положение «Отпущен» (верхнее):

Напряжение 75в поступает вентиль «Отпуск» пневмораспределителя по цепи:

- автомат SF-19 или SF-20 , ключ БКЦУ, контакты тумблера «СТ. ТОРМОЗ» в положении «отпущен», сопротивление ограничительное (R огр.), диод, минусовой провод.

Вентиль срабатывает и сжатый воздух из НМ поступает в левую полость пневмораспределителя. Поршень перемещается вправо – при этом перекрывается атмосферный канал пневмопоршня и пропускает сжатый воздух из НМ в пневмораспределительное устройство и далее через полость поршня поступает в магистраль управления ст. тормозом и в полость блок-тормоза, пружины стояночного тормоза сжимаются ,что приводит к отпуску тормозов. В СД, поршень перемещается, под действием давления воздуха, и подвижный контакт переключается из положения 2-1 в положение 3-1.

## Сигнализация отключения стояночного тормоза

ППЗ, автомат «Питание КРМ основное», ключ БКЦУ КРО установлен в положение «Вперед» или «Назад», тумблер ст. тормоза в положение «отпуск». При срабатывании вентиля «отпуск», весь ток проходит по цепи сигнализации в БУВ:

- Сопротивление, диод, минусовой провод, что сигнализирует БУВ об отпуске ст.тормоза на вагоне. При отпуске всех ст.тормозов информация на мониторе машиниста о прижатии ст. тормоза пропадает и в строке информации БУП и в ВО.

При не отпуске ст. тормоза хотя бы на одном из вагонов, в строке БУП информация «ст. тормоз прижат» и в режиме ВО( вагонное оборудование), красный прямоугольник в строке «ст. тормоз» остаётся.

При информации «Прижат ст.тормоз» система « Витязь» выдает команду «Запрет движения» на БУТП.

Обойти запрет движения можно только при переходе на управление поездом от КРР.

Сигнализация положения ст. тормоза контролирует отпуск ст. тормоза, а информация о прижатии ст.тормоза проходит при снятии напряжения с цепи включения вентиля «отпуск».

Снятие напряжения с цепи включения вентиля «отпуск» произойдёт при:

- Отключённых (выбитых) автоматах «Питание КРМ основное», «Питание КРМ резервное»
- Неисправности ключей БКЦУ (КРО, КРР) «Вперед» или «Назад»
- Потери контакта или неисправности тумблера «Ст. тормоз»
- Неисправности цепи включения вентиля «отпущен».

Следовательно при включении (прижатии) ст. тормоза необходимо проверять фактическое прижатие ст. тормозов по отсутствию скатывания поезда после отпуска пневматических тормозов.

**ВНИМАНИЕ!** Для отключения стояночного тормоза на каком-либо вагоне в случае неисправности БУСТ (вентиля отключения стояночного тормоза) или не прохождения команды на отключение необходимо рукоятку разобщительного крана К52 в магистрали управления стояночным тормозом перевести из положения «Транспортное» (ручка крана по магистрали) в положение «Аварийное» (ручка крана перпендикулярно магистрали), т.е. повернуть ручку на 90 градусов. Это приведет к прекращению подачи воздуха Н.М.в БУСТ и воздух Н.М.по параллельному воздухопроводу поступит в стояночный цилиндр,- тормоз отключится.

## Автоматический гребнесмазыватель АГС- 8М

Автоматический гребнесмазыватель предназначен для дозированного нанесения смазочного материала на гребни колесной пары головного вагона в зависимости от пройденного пути и скорости движения с целью снижения интенсивности износа гребней колесных пар и боковых граней рельсов, а также уменьшения энергопотребления за счет уменьшения сил сопротивления движению поезда.

Управление исполнительными элементами гребнесмазывателя осуществляет электронный блок управления гребнесмазывателем, обеспечивающий организацию циклов смазывания и автоматического дозирования подачи смазочного материала на гребни колесной пары. В качестве основного смазочного материала используется смазка «Дон-АГС-8». Вместимость масляного бака 15 л.

На вагоны 81-740.1 устанавливается комплект гребнесмазывателя с вертикальным расположением масляного бака на передней тележке вагона.

В состав комплекта АГС8М входят следующие составные части:

- Две форсунки (левая) и (правая), которые с помощью специальных кронштейнов крепятся с двух сторон к раме тележки в районе первой по ходу колесной пары.
- Бак для смазочного материала (АГС10)
- Кронштейн бака
- Блок электропневмовентили (ЭПК типа ВВ-32)
- Блок управления режимами работы гребнесмазывателя (БУРГ)

Исполнительными элементами гребнесмазывателя являются две форсунки клапанного типа, производящие по команде БУРГ дозированный выброс смазочного материала ( $0,04 \pm 15\%$ ) см<sup>3</sup> (каждая форсунка) из масляного бака на гребни колесной пары.

К каждой форсунке подведен трубопровод, подающий смазочный материал из бака и воздухопровод, подающий через вентиль электромагнитный, включающий сжатый воздух в момент выброса. Масляный бак работает под давлением сжатого воздуха от напорной магистрали ( $8 \pm 1$ ) кгс/см<sup>2</sup>. Работой гребнесмазывателя управляет блок АГС 10, расположенный в аппаратном отсеке. Питание этого блока осуществляется от бортовой сети вагона напряжением постоянного тока 80в.

На вход БУРГА подается информация о движении поезда со скоростемера и сигнал о запрете смазки в режиме торможения с блока БУП. К выходу БУРГ подключен вентиль электромагнитный ЭПВ. Выключение подачи смазки по команде «Запрет смазки» производится при торможении. Блок БУРГ установлен в аппаратном отсеке.

## **Автоматическая Система Обнаружения и Тушения Пожаров (АСОТП) «Игла-М.5К-Т»**

Система установлена на вагонах 81-740/741. Система предназначена для автоматического обнаружения, ликвидации и контроля за эффективностью тушения пожаров в отсеках и пожароопасных местах вагонов. Система включает в себя:

- 1.Центральный блок контроля и индикации (ЦБКИ).



Рис.101 ЦБКИ

Блок предназначен для:

- Отображения и выдачи машинисту в виде текстовых сообщений всей поступающей от других компонентов системы информации с определением видов событий и указанием мест их возникновения
- Управления пуском ИСТ в автоматическом режиме, а также для выдачи команды на задержку пуска ИСТ в случае необходимости
- Хранения информации в энергонезависимой памяти
- Проведения работ по тестированию оборудования при наладке системы и проведения технического обслуживания.

На лицевой панели блока ЦБКИ расположены:

- информационное табло для отображения текстовой информации
- индикатор красного цвета «ПОЖАР» сигнализации роста температуры в защищаемых отсеках
- индикатор желтого цвета «НЕИСПР» оповещает о неисправности в работе Си
- четыре активные кнопки управления
- четыре индикатора активации кнопки управления желтого цвета (ИАКУ)
- разъем «PS/2» для подключения переносного стенда наладки.

2. Промежуточный центральный блок контроля (ПЦБК).



Рис.102. ПЦБК

Блок предназначен для:

- Приема и функционального анализа данных от локальных блоков контроля (ЛБК)
- Внутрисистемного контроля и тестирования компонентов системы, расположенных на вагоне
- Контроля работоспособности линий связи с ЛБК
- Защиты компонентов системы от импульсных помех, возникающих в электрических цепях вагона во время движения
- Управления процессом тушения в случае нарушения связи с ЦБКИ
- Передачи информации на ЦБКИ

На лицевой панели блока ПЦБК расположены элементы для отображения извещений о текущем состоянии:

- индикатор зеленого цвета сигнализирует о наличии напряжения на ЛБК

- индикатор «АС» красного цвета сигнализации аварии связи с ЛБК
- индикатор «ЦБКИ» желтого цвета связи ПЦБК с ЦБКИ
- индикатор «КВЦ» красного цвета - сигнализация отключения цепи питания катушки КВЦ вагона, в отсеках которого произошло возгорание
- 7 индикаторов желтого цвета - сигнализация активного состояния портов ПЦБК.

### 3. Локальный блок контроля (ЛБК).



Рис.103 ЛБК

Блок предназначен для:

- Приема и обработки информации, поступающей от тепловых извещателей (ДПС) о состоянии пожарной обстановки в контролируемом объеме
- Контроля работоспособности линий связи с тепловыми датчиками и ИСТ и управления пуском ИСТ
- Передачи информации в ПЦБК.

### 4. Исполнительные средства тушения (ИСТ).



Рис.104 Модули порошкового пожаротушения «Буран 0,5 и 0,3 »

Модули порошкового пожаротушения «Буран 0,5 и 0,3» предназначены для локализации и тушения пожаров класса А, В, С и электрооборудования, находящегося под напряжением.

Модуль состоит из корпуса, внутри которого находится огнетушащий порошок, газогенерирующий элемент и электроактиватор. Корпус с одной стороны плотно закрыт разрывной мембраной с нанесенными определенным образом насечками, по которым мембрана разрывается. Для формирования облака огнетушащего порошка к модулю крепится специальный рассекатель. Модуль приводится в действие с помощью приборов приемно - контрольных пожарных и управления и (или) кнопки ручного пуска. Срабатывание модуля осуществляется следующим образом:

- При подаче импульса тока на активатор происходит запуск в работу газогенерирующего элемента, что приводит к нарастанию давления внутри корпуса модуля, разрушению мембраны и выбросу огнетушащего порошка на защищаемую площадь или в объем

### 5. Датчик пожарной сигнализации (ДПС).





Рис. 105 ДПС

Датчик предназначен для контроля динамики изменения температуры воздуха в защищаемом отсеке, и формирования выходного сигнала Термоэлектродвижущей Силы (ТЭДС) термопары.

Компоненты АСОТП соединяются между собой посредством двухпроводных линий связи (ЛС). Информация от всех компонентов системы поступает на ЦБКИ головных вагонов по общей линии связи (поездному проводу), совмещенной с линией передачи сигнальных сообщений, проходящей по всей длине состава.

Вся информация о работе системы накапливается в энергонезависимой памяти (ЭНП). Срок хранения информации в ЭНП - 10 лет.

### **Принцип действия системы «Игла-М.5К-Т»**

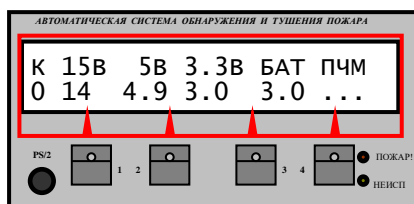
В пожароопасных защищаемых отсеках вагона установлены датчики пожарной сигнализации (ДПС) и модули порошкового тушения (ИСТ) «Буря - 0,5» и «Буря - 0,3». У датчика пожарной сигнализации (ДПС) в качестве термочувствительного элемента используется батарея из последовательно соединенных термопар. Выходным сигналом при тепловом воздействии является термоэлектродвижущая сила (ТЭДС) батареи термопар.

При увеличении температуры в защищаемом отсеке выше  $72^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) или рост скорости температуры более  $8^{\circ}\text{C}$  в секунду в кабине машиниста срабатывает световая и звуковая сигнализация. На дисплее Центрального Блока Контроля и Индикации (ЦБКИ) высвечивается информация о месте возникновения возгорания, номер вагона и сокращенное наименование защищаемого отсека, в котором происходит рост температуры.

После определения факта возгорания или продления периода более 12 секунд система формирует команду через БУВ - БУП - БУТП на снятие питания с инвертора и тяговых двигателей, при этом загорается красный светодиод «Высокое отключено». Цепи управления аварийного вагона разбираются с целью ликвидации возможных последствий очага пожара. После снятия напряжения с агрегатов вагона через 3 секунды происходит запуск модуля порошкового тушения (ИСТ) в автоматическом режиме, с проведением контроля их срабатывания. Весь процесс контроля развития пожара, и его ликвидации сопровождается выдачей соответствующей информации на лицевой панели ЦБКИ в реальном времени.

## Индикация состояния системы АСОТП «Игла-М.5К-Т»

1. При включении аккумуляторной батареи на головном вагоне начинается внутренний тест Центрального Блока Контроля и Индикации ЦБКИ.



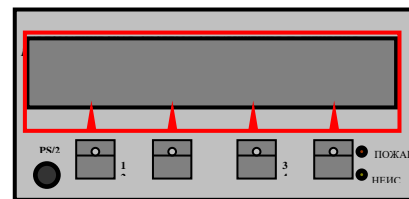
2. В случае неисправности блока ЦБКИ на индикаторе блока ЦБКИ высвечивается следующая информация:



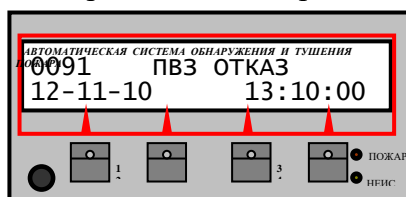
3. При включении аккумуляторных батарей на всех вагонах состава и окончания внутреннего теста блока ЦБКИ на индикаторе ЦБКИ отображается последовательно следующая информация:



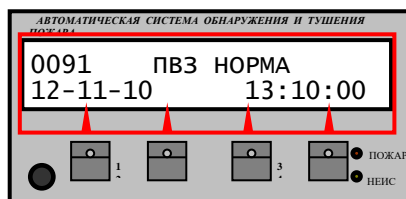
4. При полностью исправных компонентах системы «Игла-М.5К-Т» на всех вагоне состава индикатор блока ЦБКИ гаснет и остается гореть светодиод дежурного режима на кнопке №4. Данный режим работы означает, состояние всех охраняемых отсеков состава в норме. Для проверки работоспособности системы на составе необходимо нажать кнопку №4 на ЦБКИ.



5. При любой неисправности системы в отсеке на экране блока ЦБКИ кратковременно отобразится информация о неисправности и загорится желтый индикатор (неисправность).



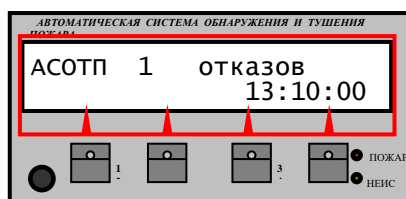
6. При восстановлении работоспособности системы «Игла-М.5К-Т» в отсеке на индикаторе ЦБКИ высвечивается информация о нормальном состоянии отсека. Индикатор ЦБКИ и желтый индикатор (неисправность) гаснут.



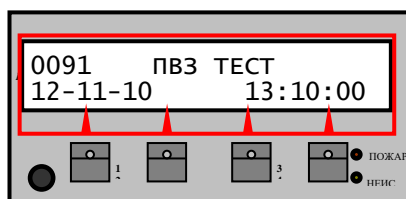
6. Для просмотра числа неисправных компонентов системы необходимо из дежурного режима на блоке ЦБКИ нажать кнопку №4. На индикаторе ЦБКИ последовательно и кратковременно будет отображаться следующая информация.



7. После проверки работоспособности системы индикатор ЦБКИ гаснет и остается гореть желтый индикатор (неисправность).



8. Во время развития пожарной ситуации на индикаторе ЦБКИ появляется следующая информация. Этот режим работы программного обеспечения необходим для точного определения наличия пожара в охраняемом отсеке.



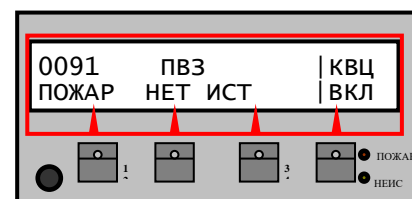
9. В случае продолжения развития пожарной ситуации в охраняемом отсеке на индикаторе ЦБКИ появляется индикация «ПОЖАР ПУСК» и мигает красный индикатор пожар. Идет обратный отчет в секундах до пуска средств тушения в охраняемом отсеке. Индикация «КВЦ ВКЛ» означает, что вагон отключен на «Ход» и «Тормоз». По истечении отчета происходит сработка средств тушения в охраняемом отсеке вагона.

10. В случае успешного ЦБКИ высвечивается **ПОТУШЕН**. Красный индикатор (пожар) не гаснет.



тушения пожара на индикаторе информация **«ПОЖАР**

11. В случае продолжения развития пожарной ситуации в охраняемом отсеке на индикаторе ЦБКИ появляется надпись **«ПОЖАР НЕТ ИСТ»**, сообщающая, что использованы все средства тушения в охраняемом отсеке.



### Порядок эксплуатации системы «Игла-М.5К-Т»

- Машинист, при приемке состава, обязан проверить запись в секционной книге ремонта ТУ-152м о рабочем состоянии системы «Игла».
- При обнаружении неисправности системы «Игла» во время приемки состава в электродепо машинист обязан сообщить об этом дежурному по электродепо, который вызывает ремонтный персонал для проверки системы «Игла».
- В случае неисправности линии связи системы «Игла» на составе (на индикаторе ЦБКИ надпись «ОТКАЗ» и горит желтый индикатор неисправность), выдача его на линию для перевозки пассажиров запрещается.

### Действия машиниста при срабатывании системы «Игла-М.5К-Т» на линии:

1. На ЦБКИ высвечивается сообщение «ОТКАЗ», горит желтый индикатор «Неисправность», на дисплее информация № вагона и название отсека с неисправным компонентом системы «Игла»:

- Доложить дежурному машинисту-инструктору
- Продолжить работу на линии с пассажирами
- Написать донесение, сделать запись в секционную книгу ремонта

2. На ЦБКИ высвечивается сообщение «ПОЖАР», номер вагона и название отсека, горит красный индикатор «Пожар» и звучит звуковой сигнал при следовании по перегону:

- По информации на лицевой панели ЦБКИ определить номер вагона и место срабатывания пожарного извещателя (контролируемый отсек)
- Сообщить поезвному диспетчеру о срабатывании пожарного извещателя системы «Игла», указав номер вагона и принять меры к быстрейшему выводу поезда на станцию.

Примечание: Если красный индикатор «ПОЖАР» в течении 12 секунд не гаснет, то система «Игла» автоматически отключает вагон на «Ход» и «Тормоз». При этом запускается обратный отсчет запуска средств тушения в данном отсеке. Если в последующие 10 секунд после отключения вагона прекращается рост температуры, то система отменяет запуск ИСТ. Когда после срабатывания ИСТ произошла ликвидация загорания и понижение температуры, то на дисплее ЦБКИ появляется сообщение «Пожар потушен».

- После остановки поезда на станции, машинист (локомотивная бригада) немедленно открывает двери вагонов для высадки пассажиров. Берет состав на стояночный тормоз, приводит кабину управления в нерабочее положение. На неисправном вагоне отключает выключатель аккумуляторной батареи и приступает к осмотру вагонного оборудования, начиная с отсека, указанного аппаратурой «Игла».
- При отсутствии признаков загорания (задымления), машинист вновь включает выключатель аккумуляторной батареи на вагоне. Докладывает поезвному диспетчеру о результатах осмотра и возможности следования с установленной скоростью в электродепо без пассажиров.
- При наличии признаков загорания (задымления) машинист принимает меры к ликвидации загорания всеми имеющимися средствами, руководствуясь «Инструкцией о порядке действий машиниста при возникновении задымления (загорания) на подвижном составе». При невозможности ликвидации загорания огнетушителями машинист принимает решение об использовании воды для тушения. При использовании воды для тушения аккумуляторной батареи необходимо обесточить электрические цепи неисправного вагона и изолировать (отсечь электрически) данный вагон от других вагонов состава.
- После ликвидации очага загорания с применением воды, необходимо на неисправном вагоне отжать башмаки токоприемников.
- При ликвидации загорания снять закоротку, доложить поезвному диспетчеру о месте загорания и принятых мерах, затребовать подачу напряжения на контактный рельс и следовать до ближайшей станции с путевым развитием без пассажиров.

## Схема системы пожаротушения

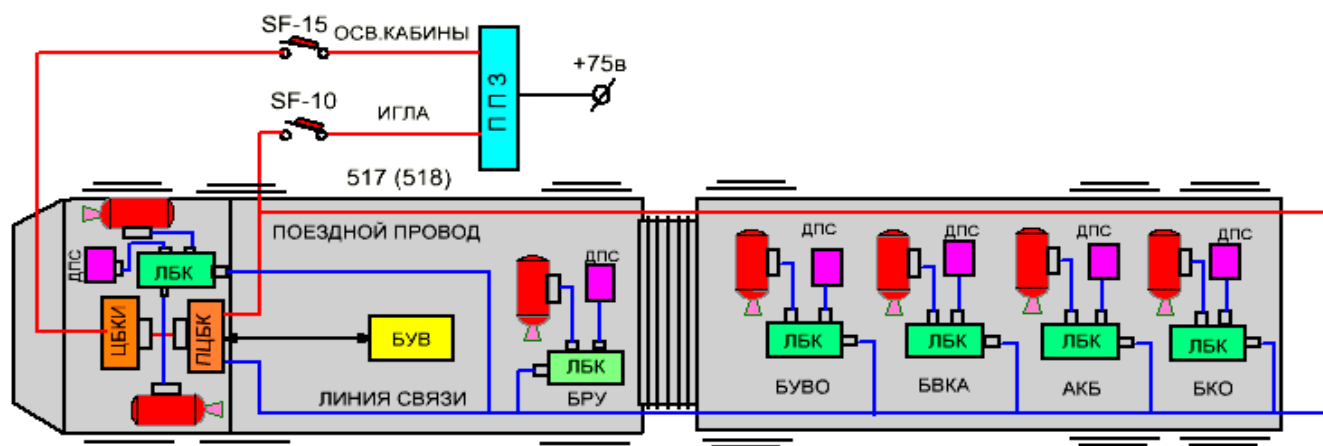


Рис.106 Схема системы пожаротушения

Защищаемыми объектами вагонов (Рис.106) являются:

- аппаратный отсек (вагон 81-740.1)
- торцевой шкаф (вагон 81-741.1)
- аккумуляторная батарея
- блок управления вентиляцией и отоплением (БУВО)
- блок контакторов отопления (БКО)
- блок вспомогательной контакторной аппаратуры (БВКА)
- блок распределительного устройства (БРУ)

Примечание: при всех случаях сигнализации на дисплее ЦБКИ высвечивается № вагона в котором произошло «событие», с указанием отсека.

## Силовая схема вагона

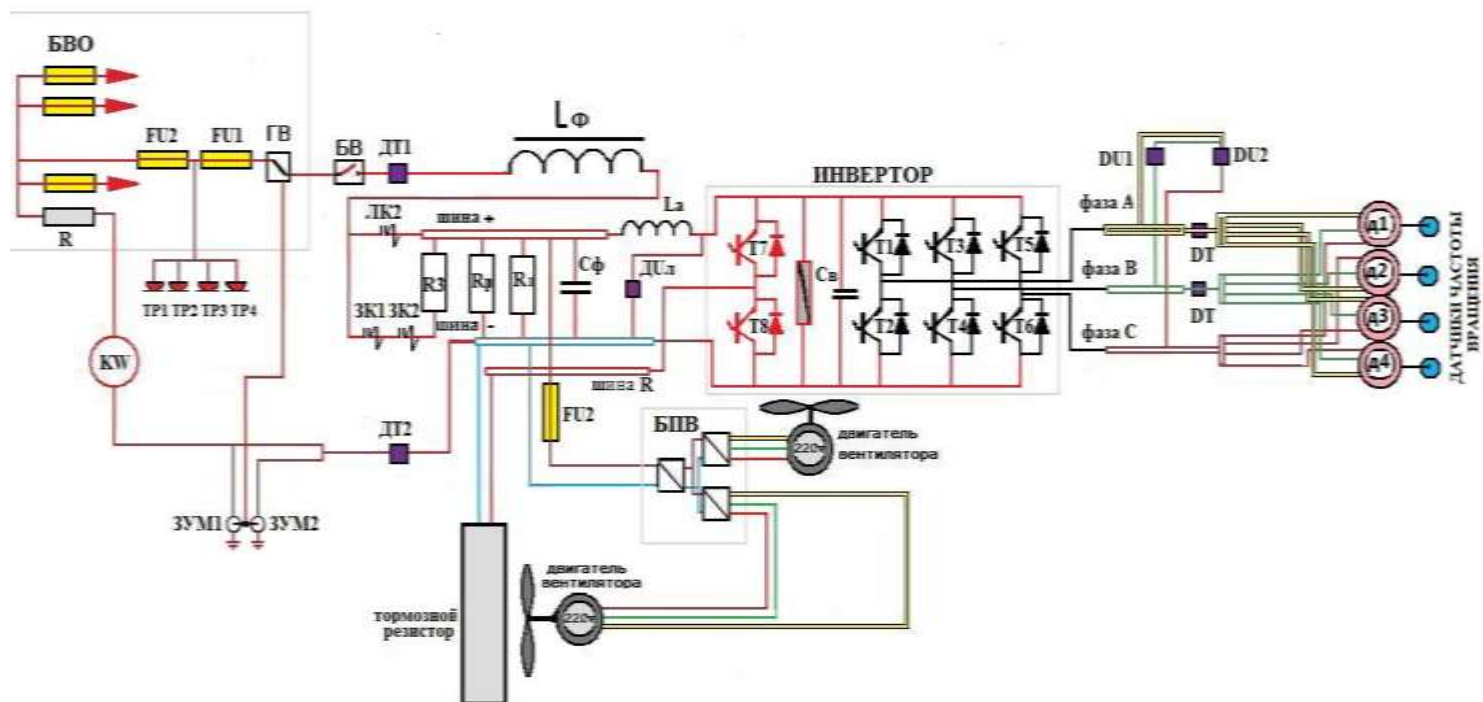


Рис.107 Силовая схема вагона

Силовая схема (Рис.107) включает автономный инвертор (МСИ) из шести тиристорных ключей ((Т1-Т6) и двух ключей ( Т7 иТ8) тормозного преобразователя ( чоппера ). Обмотки 4-х асинхронных тяговых электродвигателей соединены параллельно и питаются от одного инвертора. Напряжение на инвертор подается от контактного рельса постоянного тока напряжением 750 в через контакты быстро действующего выключателя (ВБ) и входной фильтр ( Lφ – Сφ ). В режиме тяги тормозной резистор (Rт) зашунтирован тормозным преобразователем. Напряжение с выхода инвертора непосредственно поступает на 3-х фазную систему шин (А,В,С ) к которым подключены тяговые двигатели. На каждом двигателе установлено устройство для измерения числа оборотов – датчик частоты вращения ротора двигателя (ДВЧ).

Информация датчика о числе оборотов поступает в блок управления силовым инвертором, который обеспечивает регулирование напряжения и частоты тока обмоток двигателя по определенному закону. Этот закон формируется при выборе машинистом рукояткой контроллера того или иного пускового положения – «Ход 1», «Ход 2», «Ход-3», «Ход-4».

## **Подготовка к работе и включение тягового привода**

Для управления поездом и вагонным оборудованием предназначена система «Витязь», обеспечивающая безопасность управления поездом и техническую диагностику электроподвижного состава.

Для управления блоком управления тяговым приводом (БУТП) и вагонным оборудованием используются блоки, входящие в систему «Витязь» и устройства вагонов:

- Блок управления поездом (БУП)
- Блок управления вагоном (БУВ)
- Пульт машиниста основной с контроллером машиниста (ПМО)
- Контроллер реверса основной (КРО)
- Пульт машиниста вспомогательный (ПМВ).

Формирование команд управления режимами движения поезда осуществляется БУП и БУВ, которые задает машинист при помощи контроллера машиниста.

БУП формирует команды на основании:

- Команд от БАРС (разрешение на тяговый режим, запрет тягового режима, требование торможения)
- Признаков неисправности формируемых алгоритмом функциональной диагностики. (двери открыты, прижат ст. тормоз, неисправность БУВ, и т.д.)
- Команд управления от контроллера машиниста, реверса. БУП обеспечивает связь (передачу и приём сигналов) с БУВ каждого вагона по поездной шине

БУВ обеспечивает:

- Обмен информации с БУП
- Формирование управляющих команд для БУТП
- Управление вагонным оборудованием
- Управление электропневматическими тормозами (вентиля удержания).

БУТП выполняет функции по управлению инвертором напряжения, питающим четыре тяговых двигателя в режимах тяги и торможения и выполняет следующие функции:

- Управление ВБ, контакторами, силовым инвертором напряжения
- Электронную защиту силовых цепей тягового оборудования.

## **Схема включение блока управления тяговым приводом**



При включении основного контроллера реверса в положение «Вперед» или «Назад», включается контактор КМ 2 (Рис.108) в блоке вспомогательной контакторной аппаратуры по цепи:

- Плюс АКБ, предохранитель, ВБ, ПВЗ, автоматический выключатель SF16 АКБ предохранитель П, ВБ, SF1, ППЗ, SF2, транзисторный ключ в БКЦУ (открыт при положениях контроллера реверса “Вперед” или “Назад”, поездной провод 536 в ЭКК, и в каждом вагоне:
- SF4 на ПВЗ, диод, контактор КМ2, земля.

Контактор КМ 2 включившись, замыкает свой блок-контакт в цепи питания БУТП, создавая цепь для его включения:

Цепь: АКБ, предохранитель П, ВБ, SF28 на ПВЗ, контакты контактора КМ2, БУТП. БУТП, получив питание переходит в состояние готовности к получению команд от БУВ о направлении движения и включения тягового или тормозного режимов в зависимости от положения ручки контроллера машиниста.

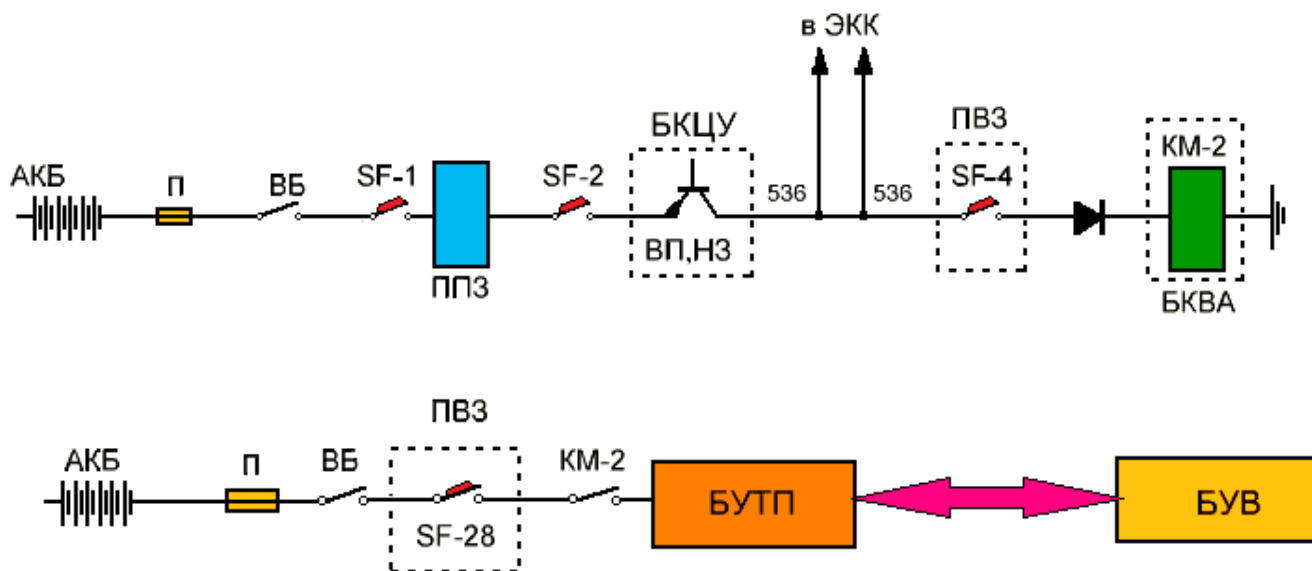


Рис.108 Включение БУТП

### Схема включения зарядного и линейного контакторов.

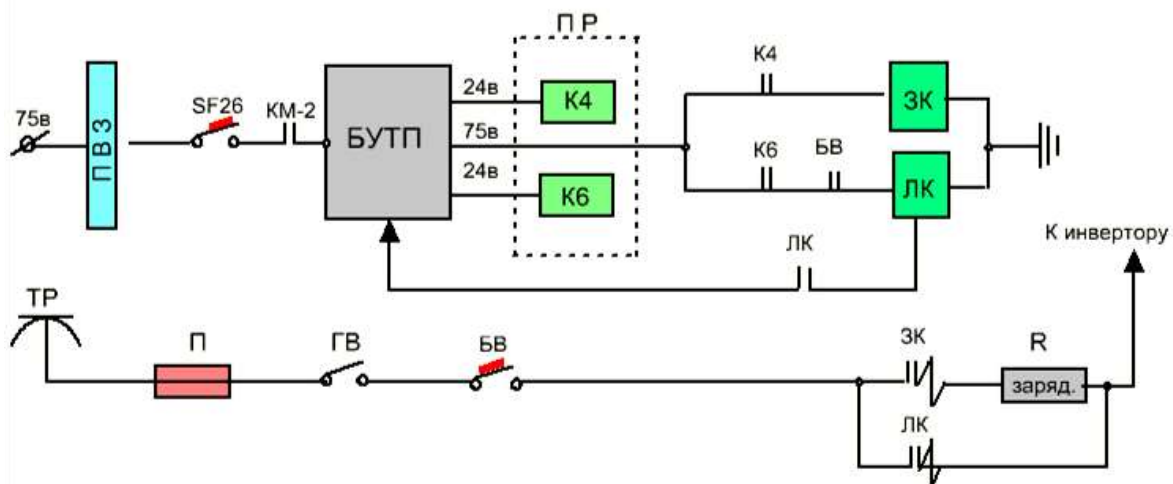


Рис.109 Схема включения зарядного и линейного контакторов

При поступлении питания в БУТП и далее на панель с реле (ПР) (Рис.109) включаются промежуточные реле К4 и К6, что приводит к замыканию их контактов в цепях катушек зарядного контактора (ЗК) и линейного контактора (ЛК).

ЗК включается и своими силовыми контактами подключает к контактной сети зарядное сопротивление конденсатора фильтра.

После заряда конденсатора в силовой цепи замыкаются силовые контакты линейного контактора (ЛК), что обеспечивает:

- Шунтирование цепи зарядного контактора – ЗК отключается
- Силовой инвертор получает питание через контакты линейного контактора.
- Через замкнувшийся вспомогательной контакт, передает в БУТП состояние силовых контактов ЛК и их включение

## Схема управления тяговым приводом от основного КМ и резервного КРР

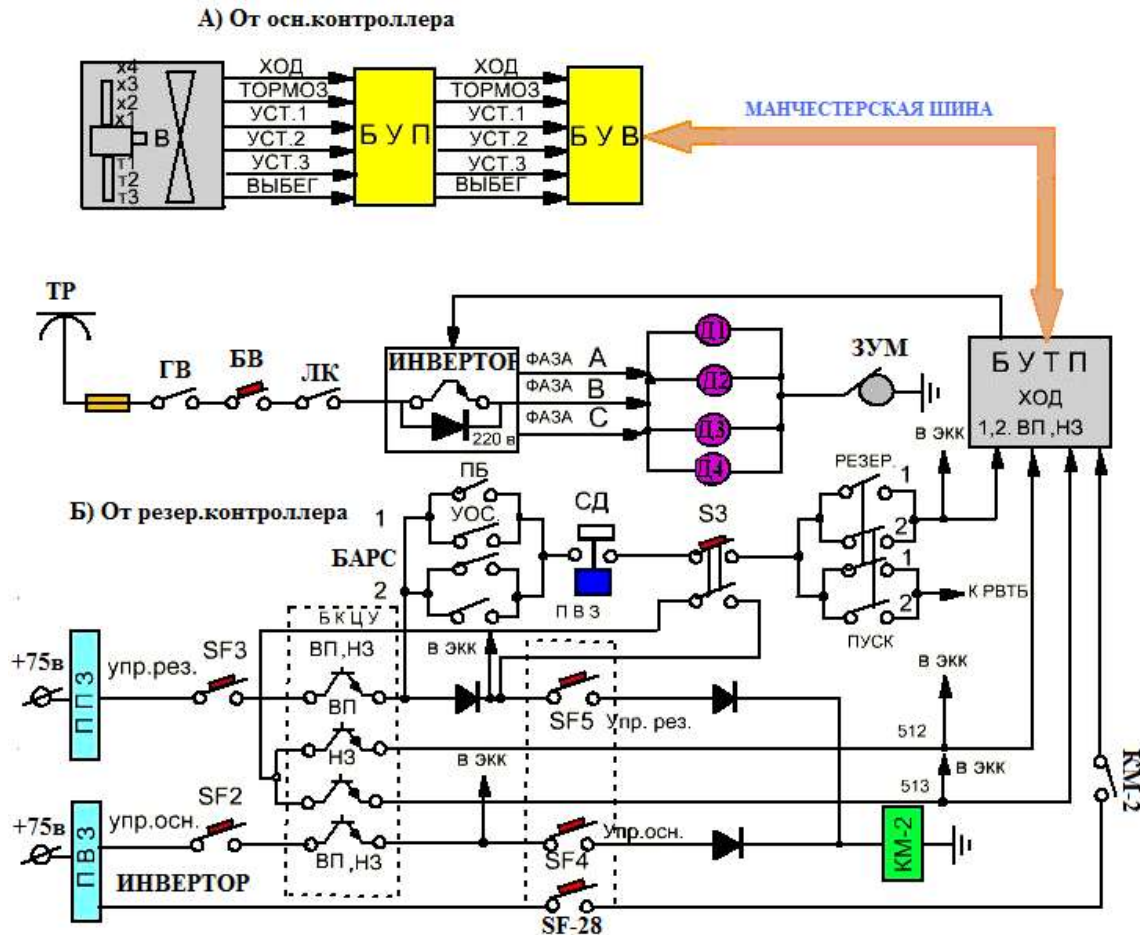


Рис.110 Схема управления тяговым приводом

### Управление от КМ основного

При включении аккумуляторных батарей, напряжение бортовой сети поступает на БУТП (Рис.110). Блок инициализируется и подает питание на катушку быстродействующего выключателя (БВ) и катушку зарядного контактора (Рис.109). БВ и ЗК включаются, что приводит к замыканию их контактов в силовой схеме - схема готова к работе при получении команд от машиниста поезда. При включении главного выключателя (ГВ) начинает заряжаться конденсатор фильтра (СФ) и при достижении напряжения на фильтре близком к напряжению контактного рельса, БУТП дает сигнал на включение линейного контактора (ЛК), который подключает напряжение контактного рельса к инвертору. Инвертор ожидает команд на управление от БУТП.

При установлении на основном пульте контроллера реверса основного в положение «вперёд» или «назад» получает питание контактор КМ2 (Рис.108) Контактор КМ2 включившись, замыкает контакт в цепи БУТП.

Получив питание БУТП приходит в состоянии готовности на получение команд от БУВ.

При постановке машинистом поезда ручки контроллера машиниста в одно из 4-х положений: Ход1, Ход2, Ход3, Ход4, - задаются токовые уставки соответственно – 150а,200а,260а,330а, которые автоматически корректируются при загрузке вагона.

Сигнал о постановке машинистом ручки КМ в ходовое положение поступает в БУП и далее во все БУВ-ы вагонов поезда, которые включают в работу БУТП, лишь после этого начинает работать инвертор и напряжение поступает на четыре тяговых двигателя.

В начальный момент пуска силовые ключи инвертора переключаются с частотой 1-2 гц, при этом к обмоткам статора двигателя подводится напряжение, составляющее 2-5% напряжения контактной сети, что обеспечивает плавность пуска.

В дальнейшем, регулирование подводимого напряжения обеспечивается путем изменения коэффициентов заполнения тиристорных ключей (широтно-импульсная модуляция – ШИМ). По мере увеличения скорости, напряжение на обмотках статора постепенно повышается и увеличивается частота тока в них за счет повышения частоты работы тиристорных ключей, импульсы управления на которые начинают поступать чаще.

## Управление от КМ резервного

При отказе в работе управления тяговыми двигателями от основного контроллера, машинист переходит на резервное управление поездом (Рис.110).

### Для перехода на резервное управление поездом необходимо:

- Установить КРО в положение «0» (Рис.82)
- Включить кнопку «УПРАВЛЕНИЕ РЕЗЕРВНОЕ» - зашунтируется ключ БКЦУ  
Загорится подсветка
- Включить кнопку «ТР» - работа вентилях удержания переключится в ручной режим  
Подсветка кнопки «ТР» не загорится
- Включить кнопку «ДВЕРИ ПИТАНИЕ» - схема управления дверями подключится к проводу «0» минуя БУВ
- Установить КРР в положение «вперёд» - при включенном кране РВТБ начнётся утечка из ТМ
- Включить кнопку «Ход 1» или «Ход 2» прекратится утечка из ТМ через РВТБ, соберется схема
- Отпустит электропневматический тормоз - загорится подсветка кнопки ТР

### Поезд придет в движение!

При резервном управлении система «Витязь» в работе не участвует.

Резервное управление осуществляется только в режиме тяги и не зависит от команд управления БУВ. Следовательно, на резервном управлении поездом схема соберется:

- При отсутствии контроля дверей (при открытых дверях)
- При наличии давления в ТЦ
- При прижатом стояночном тормозе.

При переходе на резервное управление поездом по неисправности «Витязь» необходимо перейти также на резервное управление МК, и включить по резервной схеме ИПП в каждом вагоне.

При включении контроллера резервного управления на ПМО в положение «Вперед» или «Назад» включается контактор КМ- 2 в блоке БВКА (Рис.110) по цепи:

- +75в, ППЗ, автомат SF-3 «Управление резервное» , транзисторный ключ в БКЦУ (открывается в положении резервного контроллера реверса “Вперед” или “Назад»), диод, поездной провод, и в каждом вагоне, автомат SF5 »Управление резервное» ,диод ,контактор КМ-2 , земля.

Контактор КМ- 2, включившись замыкает свой блок контакт в цепи питания БУТП.

Направление движения БУТП всех вагонов получает при нажатой кнопке резервного пуска на ПМО (кнопка красного цвета- S3) по цепи:

- ППЗ, автомат «ЦУВ управление резервное», ключ БКЦУ открытый при положении КРР «вперёд» или «назад» (шунтируется кнопкой «управление резервным пуском»), диод.
- Ключи БКЦУ открытые при положении КРР «вперёд» или «назад»
- Поездные провода, БУТП всех вагонов.

Сигнал о режиме движения (включении тягового привода) БУТП получает при включении кнопки «Ход 1» или «Ход 2» по цепи:

- ППЗ автомат «ЦУВ резервный»
- Ключ БКЦУ открытый при положении КРР «вперёд» или «назад» (шунтируется контактами включенной кнопки «управление рез пуска»)
- Ключи БАРС1, БАРС2, включенные при штатной работе БАРС, при отключенных БАРС и включенной ПБ; или при включённой кнопке АЛС
- Контакты СДЗ, включённые при давлении в ТМ 2,7-3,0 атм
- Контакты кнопок «Ход 1» или «Ход 2»,поездные провода, БУТП всех вагонов

Примечание: При следовании на резервном управлении «Вперед» голова поезда обозначается белыми фарами 1-ой группы и 4-мя красными огнями.

## **Проезд неперекрываемых токоразделов**

Для обеспечения благоприятного протекания переходных процессов в тяговом приводе при проезде неперекрываемых токоразделов предусмотрено автоматическое выключение тягового привода по сигналу датчика сетевого тока привода. При  $I_d < 30$  а привод выключается (снимаются импульсы управления с транзисторов силового инвертора).

Если при проезде токораздела напряжение на конденсаторе сетевого фильтра станет меньше 530в линейный контактор размыкается и включается зарядный контактор.

При появлении сетевого напряжения происходит заряд конденсатора фильтра до напряжения сети через зарядный контактор, последующее включение линейного контактора и автоматическое включение силового инвертора. Если напряжение на конденсаторе фильтра не успевает снизиться до 530 в, дозаряд конденсатора происходит без зарядного резистора. Время на повторное автоматическое включение привода в тягу не превышает 2.5 сек. В режиме электрического торможения, при отсутствии рекуперации, линейный контактор размыкается, поэтому, если до токораздела тяговый привод вошел в режим реостатного торможения, то проезд токораздела не окажет никакого влияния.

## **Переход из тяги в выбег**

При установке контроллера машиниста в позицию «Выбег» в соответствии с сигналами БУВ блок управления тяговым приводом (БУТП) производит быстрое снижение тока двигателей с последующим снятием управляющих импульсов с силовых транзисторов МСИ. Выключение производится по специальному алгоритму, обеспечивающему эффективное снижение остаточных э.д.с. двигателей с целью возможности быстрого перехода в любой другой режим. Линейный контактор остается включенным.

## **Режим тяги с выбега**

В этом режиме вводится дополнительная функция - ограничение темпа нарастания сигнала задания напряжения на двигателях до значения, соответствующего текущей скорости движения вагона. Такой алгоритм входа в тягу призван обеспечить плавное, без рывков нарастание реализуемой мощности двигателей, особенно на высоких скоростях движения поезда.

## **Управление тяговым приводом при движении одним вагоном**

Вагоны 81-741 для этой цели оборудованы постом управления, при помощи которого управляют вагоном при маневровых передвижениях или обкатке. В пост входят:

- Маневровый пульт управления, который подключается к силовой схеме вагона при помощи штепсельного разъема
- Контрольно-измерительные приборы
- Выключатель батареи, два манометра, ПВЗ, кран управления краном машиниста 013
- Стоп-кран, pedalный клапан звукового сигнала.

Все оборудование поста управления размещено в 2-х шкафах у торцевой стенке головной секции вагона. Управление осуществляется в режиме резервного управления.

## **Работа схемы в тормозном режиме**

При установке контроллера машиниста в позицию «Тормоз» линейный контактор размыкается, отключая тяговый привод от сети. За счет работы двигателей в генераторном режиме напряжение на конденсаторе Сф возрастает до величины 950 в. После чего в работу вступает тормозной чоппер (электронный ключ регулирует ток в силовой схеме в тормозном режиме), рассеивая генерируемую энергию в тормозном резисторе. Начиная со скорости движения вагона 15 км/ч до скорости 5 км/ч заданное значение

напряжения на конденсаторе фильтра линейно снижается до 600 В, для улучшения формы фазных токов двигателей. При достижении минимальной скорости электрического торможения (5 км/час) тяговый привод автоматически выключается. При этом снимаются импульсы управления с транзистора чоппера и транзисторов силового инвертора, происходит заряд конденсатора фильтра до напряжения сети через зарядный контактор и последующее включение линейного контактора.

Предусмотрены три тормозные позиции «Тормоз 1», «Тормоз 2», «Тормоз 3» при которых задаются токовые уставки соответственно – 150 а, 260 а, 310 а. Каждая уставка тока автоматически корректируется в соответствии с загрузкой вагона по сигналам БУВ.

При истощении электрического торможения в зоне низких скоростей или при отказах в цепях электрического тормоза происходит автоматическое замещение электрического торможения пневматическим (включаются вентили удержания).

### **Переход из тормозного режима в режим выбег**

При установке контроллера машиниста в позицию «Выбег», в соответствии с сигналами БУВ, блок управления тяговым приводом (БУПТ) производит быстрое снижение тока двигателей с последующим снятием управляющих импульсов с транзистора чоппера и силовых транзисторов инвертора. Выключение производится по специальному алгоритму, обеспечивающему эффективное снижение остаточных э.д.с. двигателей с целью возможности быстрого перехода в любой другой режим. После выключения силового инвертора происходит заряд конденсатора фильтра до напряжения сети, через зарядный контактор, и последующее включение линейного контактора.

### **Защита силовых цепей тягового привода**

Нарушение изоляции и возникновение в связи с этим короткого замыкания, а также недопустимая перегрузка в цепи вызывают очень большой ток, который может привести к серьезным повреждениям оборудования. Токи короткого замыкания настолько велики, что могут сгореть или разрушиться даже самые толстые провода, шины и другие токоведущие части. Возникающие при коротком замыкании механические силы взаимодействия между проводниками с током разрушают изоляторы и другие детали электротехнических установок. Поэтому все электрические цепи, как правило, тем или иным способом защищают от токов короткого замыкания и перегрузок.

Простейшие защитные аппараты - плавкие предохранители - включают последовательно с защищаемой цепью; плавкая вставка их перегорает при токах, превышающих допустимые, так как имеет площадь сечения, меньшую, чем любой проводник в защищаемой цепи.

Защитить плавким предохранителем силовую цепь вагона, рассчитанную на большие токи, невозможно. При коротком замыкании ток растет очень быстро, а плавкая вставка сгорает не сразу. Она обладает так называемой тепловой инерцией. При очень большом токе и высоком напряжении даже после того, как плавкая вставка сгорит, между зажимами, где она была включена, может возникнуть электрическая дуга.

Следовательно, нужен такой защитный аппарат, который при коротких замыканиях или перегрузках был бы в состоянии в минимальное время разрывать защищаемую цепь и быстро гасить электрическую дугу. На вагонах метрополитена для этой цели служат быстродействующие автоматические выключатели (ВБ).

Основными аварийными режимами тягового привода вагона 81-740, являются:

- Срыв в работе регуляторов тока и напряжения

- Короткое замыкание на корпус одной из точек силовой цепи из-за нарушения и пробоя изоляции
- Выход из строя транзистора силового инвертора.

Во всех случаях в силовых цепях привода могут возникать аварийные сверхтоки, приводящие к повреждению электрооборудования. В качестве основного аппарата защиты в тяговом приводе используется выключатель быстродействующий типа ВБ-630 с уставкой максимальной токовой защиты 1500а. Быстродействующий выключатель защищает силовые цепи вагонов от коротких замыканий и токов перегрузок. Он прерывает ток короткого замыкания до того, как тот достигнет максимального установившегося значения. ВБ ограничивает ток короткого замыкания на уровне тока установки аппарата.

**Основное требование, предъявляемое к быстродействующему выключателю, - как можно быстрее прекратить нарастание тока короткого замыкания и обеспечить полный разрыв защищаемой цепи без повреждения каких-либо ее элементов.**

Кроме ВБ, тяговый привод вагона содержит устройства электронной защиты:

- Защита от перегрузки по току в сети питания
- Защита от перенапряжения в контактной сети
- Защита от перегрузки инвертора по выходному току
- Защита от замыкания силовых цепей на землю
- Защита от перегрева инвертора и тормозного реостата.

Электронная защита предотвращает развития аварийных токов и напряжений в промежуточных положениях, т.е. когда контролируемые параметры превосходят рабочие значения, но еще не достигли уставок ВБ.

При срабатывании любой из защит БУТП выключает силовой инвертор.

При перенапряжении в контактной сети первый уровень электронной защиты в любом режиме работы привода включает чоппер тормозного резистора, если рост напряжения не прекращается, то второй уровень электронной защиты принудительно выключает ВБ по цепи управления.

Дифференциальная защита работает только в режиме тяги и также сопровождается принудительным выключением ВБ.

Если ВБ сработает 3 раза в течение 5 минут, то тяговый привод считается неисправным, при этом блок управления запрещает дальнейшие включения привода. Его включение можно осуществить только снятием и повторной подачей питания 80в на контейнер тягового инвертора.

Защита от перегрева инвертора включается, когда температура на радиаторе охлаждения модуля силового инвертора превысит 85°C. Выключение этого вида защиты происходит при понижении температуры до 70°C.

Защита от перегрева тормозного реостата включается при поступлении с блока питания вентилятора БПВ в БУТП сигнала о неисправности вентилятора охлаждения тормозного реостата, при этом блок управления запрещает режим электрического торможения тяговым приводом. Если срабатывание этого вида защиты произойдет 12 раз в течение 5 минут, то тяговый привод считается неисправным. При этом блок управления запрещает дальнейшие включения привода. Его включение можно осуществить только снятием и повторной подачей питания 80в на контейнер тягового инвертора.

При срабатывании любого вида электронной защиты информация об ее срабатывании запоминается. По истечении времени 4 сек. БУТП автоматически сбрасывает систему электронной защиты и переводит привод в текущий рабочий режим, в том числе включая ВБ.



## Защита от буксования и юза

Сцепление колеса с рельсом тем сильнее, чем больше сила веса ( $F_v$ ) с которой колесная пара давит на рельс. Сцепление необходимое для реализации силы тяги, может быть получено лишь при условии, что некоторая доля веса, приходящая на колесную пару, больше развиваемой силы тяги ( $F_t$ ). Эта зависимость выражается неравенством  $F_t < F_v J$ , где  $J$  - коэффициент сцепления. Если величина силы тяги превысит произведение  $F_v J$ , то сцепление нарушится, колесо начинает проскальзывать по отношению рельса. При этом сила сцепления резко уменьшается. Колесо как бы лишается упора в рельс и начинает вращаться все быстрее. Это явление называется буксованием. Коэффициент сцепления зависит от многих факторов:

- состояния поверхности рельсов;
- радиуса закругления и возвышения рельсов в кривых участках пути;
- проката бандажей, разницы в диаметре бандажей одной колесной пары, разбега колесных пар и т.д.;

Буксование - явление довольно опасное. Оно приводит к уменьшению силы тяги, торможения и, как правило, к увеличению длины тормозных путей. Сильное буксование может вызвать механическое или электрическое повреждение деталей вагона. Увеличивающаяся скорость вращения якоря двигателя может превысить допустимую величину, предусмотренную при создании электрической машины, что чревато серьезными повреждениями. Проскальзывание колес приводит к быстрому износу колес и рельсов. Не менее серьезные последствия вызывает электрические повреждения, возникающие в следствии повышения напряжения на коллекторе двигателя (вагоны серии 81-714,717; Еж-3) связанного с буксующей колесной парой, что при некоторой величине этого напряжения приведет к появлению небольших искр на поверхности коллектора, которые могут перейти в сплошную электрическую дугу (круговой огонь), которая при определенных условиях (загрязненные изоляторы кронштейнов щеткодержателей, влажность воздуха) быстро перебрасывается на корпус двигателя, что приводит к серьезным повреждениям. Следует отметить, что не всегда искрение, возникшее на поверхности коллектора, переходит в круговой огонь. При незначительном превышении нормального числа оборотов буксование может продолжаться довольно долго, не вызывая серьезных последствий. Для прекращения возникшего буксования следует уменьшить величину тока двигателей.

На вагонах «Русич» для этой цели работает устройство защиты от буксования и юза, которая разбита на три этапа:

- Своевременное выявление процесса буксования или юза
- Быстрое вмешательство в процесс регулирования с целью снижения задания силы тяги и частоты вращения колесной пары путем уменьшения токов двигателей без изменения режима работы привода
- Восстановление тяги (торможения) после прекращения буксования (юза) с более медленным темпом нарастания тока тягового двигателя до заданного значения

Для быстрого выявления склонности колесной пары к буксованию нужно знать частоту вращения колесной пары и линейную скорость вагона.

Тогда на основании сравнения частот вращения каждой колесной пары с линейной скоростью вагона можно определить моменты начала и окончания процессов буксования или юза. В БУТП линейная скорость вагона определяется с помощью математического моделирования. Исходной информацией для вычисления линейной скорости вагона являются сигналы частоты вращения роторов 4-х тяговых двигателей вагона.

При выходе скорости колесной пары за допустимые линейной скоростью пределы формируется сигнал защиты, который является командой на автоматическое снижение уставки задания тока привода.

После прекращения боксования или юза система защиты с более медленным темпом восстанавливает заданное значение тяговой или тормозной уставки тока.

### Схема вспомогательного высоковольтного оборудования

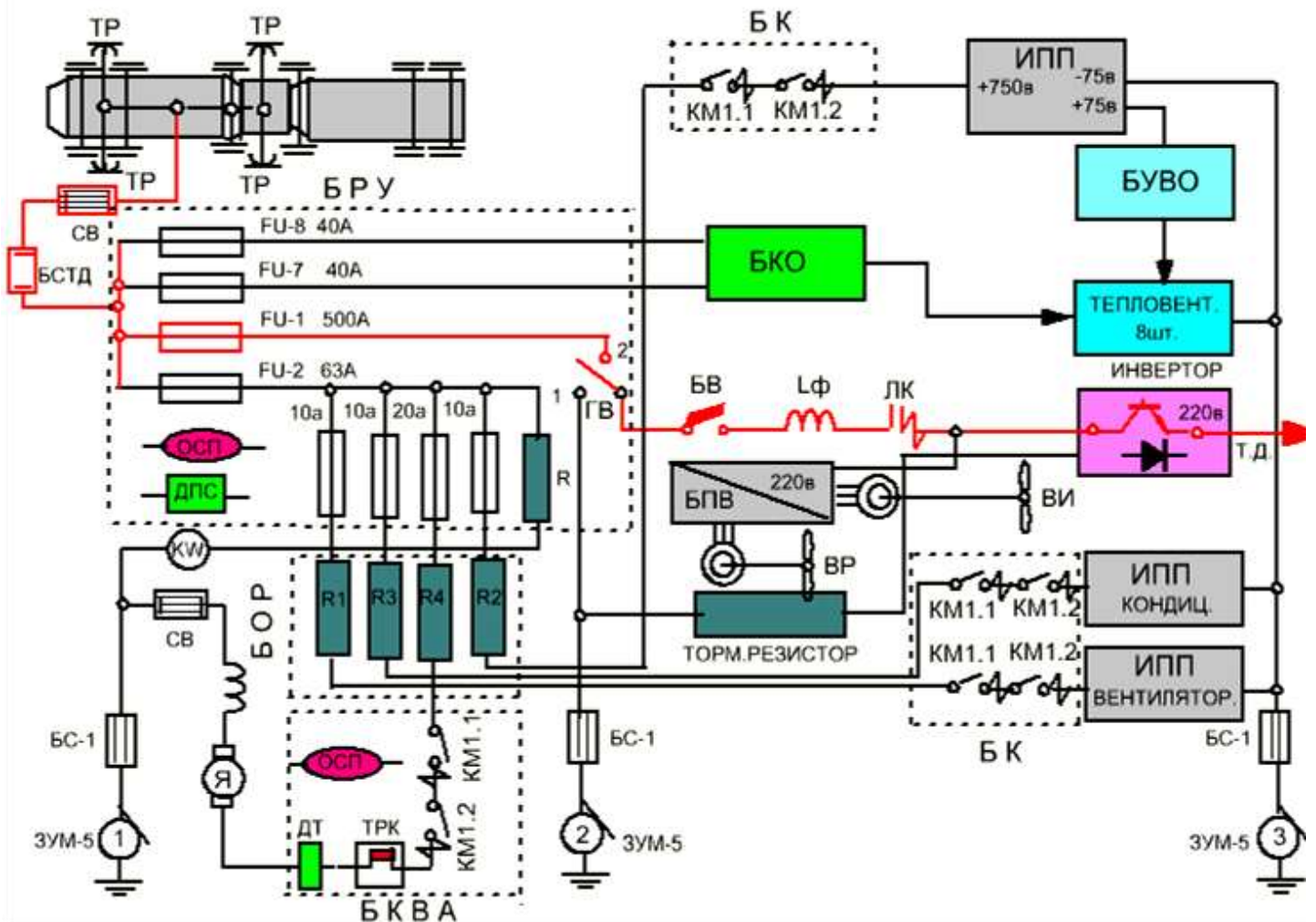


Рис.111 Схема вспомогательных высоковольтных цепей

Высоковольтные цепи получают питание 750в постоянного тока от контактной цепи через токоприемники (Рис.111). Токоприемники, через соединительные муфты подключаются к блоку соединительному с датчиками тока (БСТД). От БСТД по проводу 5 питание подается на сетевые предохранители блока распределительного устройства (БРУ) - FU1, FU2 FU7, FU8.

Далее, через главный предохранитель FU1 на 500а, разъединитель ГВ питание подается в силовую схему (на вход тягового инвертора и от него на тяговые двигатели). При отключенном ГВ силовая схема через его контакты подсоединена к ЗУМ у.

После предохранителя FU2 через FU3, FU4 FU5, FU6, ограничивающие резисторы R1,R2, R3, R4 блока ограничивающих резисторов (БОР) питание ,через контакты контакторов (KM1.1, KM1.2) блока контакторов (БК-01) поступает на соответствующие источники бортового питания ИПП через ограничивающие резисторы R2 и R4 блока БОР, силовые контакты контактора KM1.1, KM1.2, термореле ( ТРК ) и датчик тока ( ДТ ) высокое напряжение подается на двигатель мотор компрессора.

Киловольтметр ( KW ) контролирует напряжение в силовой вспомогательной схеме первого вагона, по цепи: контактный рельс, прижатый ТР, плавкий предохранитель (FU2). При отсутствии напряжения в контактной сети или если головной вагон находится на токоразделе, или при перегорании FU2 - киловольтметр показывает отсутствие напряжения (0 вольт). Не будут работать МК, ИПП-6, ИПП-10. Через предохранители FU7 и FU8 высокое напряжение подается на блок контакторов обогрева (БКО) и далее на тепловентиляторы первой и второй секции. Блок управления вентиляцией и отоплением (БУВО) получает питание 80 в от ИПП. Заземление потребителей высоковольтных цепей осуществляется через соединительные блоки (БС-1) и токоотводы типа ЗУМ-5, установленные на каждой колесной паре тележек вагона.

## **Система отопления и вентиляции салонов (СОВС)**

СОВС предназначена для принудительной подачи очищенного наружного воздуха в салон вагона в режиме «Вентиляция» и подачи очищенного и подогретого наружного воздуха в салон вагона в режиме "Отопление".

### **Функционирование системы**

Для СОВС определены следующие состояния (режимы работы):

- Состояние СОВС «Работа»
- Состояние СОВС «Стоп»
- Состояние СОВС «Выключено»

Данные режимы СОВС задаются переводом переключателя СОВС в кабине машиниста в соответствующие положения – «Работа», «Стоп», «Выключено».

В состоянии "Выключено" питающее напряжение 80в присутствует на входах БУВО, контроллер и блоки управления БУВО обесточены. Система находится в постоянной готовности к включению.

В состоянии "Работа" питающее напряжение 80в подается на все устройства СОВС. В данном состоянии СОВС обеспечивает следующие режимы работы:

- Режим «Вентиляция». При нахождении в данном режиме реализуется подача очищенного наружного воздуха в потолочную зону салона, защита вентиляторов от перегрузок, контроль за состоянием системы
- Режим «Отопление». При нахождении в данном режиме реализуется подача очищенного и подогретого наружного воздуха в напольную зону салона, регулирование температуры воздуха в пассажирском салоне, защита вентиляторов от перегрузок, защита нагревательных элементов от КЗ, перегрузок и перегрева, контроль за состоянием системы

- Режим питания «АКБ» При нахождении в данном режиме обеспечивается снижение тока нагрузки в цепи питания "80в" (для предотвращения разряда аккумуляторных батарей вагона) за счет отключения всех контакторов включения нагревательных элементов тепловентиляторов, а также 50% работа вентиляторов. Включение указанных устройств блокируется на все время нахождения СОВС в режиме «АКБ»
- Переход из режима "Вентиляция" в режим «Отопление» и обратно производится автоматически в зависимости от средней температуры воздуха в пассажирском салоне.
- Переход в режим «АКБ» производится автоматически при снижении напряжения питания до значения менее 69в.
- В состоянии «Стоп» питающее напряжение 80в подается на контроллер и блоки управления БУВО. при этом все исполнительные устройства системы находятся в состоянии "Выключено". В данном состоянии доступен просмотр информации об отказах. Функционирование системы о возможных состояниях (режимах) показано в виде блок-схемы.

### **Описание блок-схемы функционирования СОВС в состоянии «Работа»**

Исходное состояние СОВС – «Выключено»

После перевода переключателя СОВС в кабине машиниста в положении «"Работа» производится включение блоков питания БУВО.

Один из блоков питания БУВО подает напряжение питания +24в на контроллер, производится его загрузка и запускается алгоритм функционирования. Контроллер задает состояние СОВС «Работа» выдает сигналы блокировки выключения блоков питания БУВО и сигнал на включение ИП. Далее контроллером выдаются команды управления на включение всех вентиляторов. Вентиляторы включаются последовательно с №1 по №8 попарно с интервалом 1 секунду.

Производится расчет средней температуры воздуха в салоне. При значении температуры 17°С и выше контроллер реализует режим «Вентиляция». При значении температуры менее 17°С контроллер реализует режим «Отопление»

При реализации режима работы «Вентиляция», последовательно выполняются следующие действия;

- Контроллер выдает команду на установку заслонок в положение, обеспечивающее подачу воздуха в потолочную зону салона.
- Заслонки вентиляторов переводятся в нужное положение поочередно с №1 по №8
- Запускается ожидание двух событий (условий перехода)
- Получение команды машиниста "Стоп"
- Средняя температура воздуха салона меньше или равна 14°С

При получении команды «Стоп» контроллер переводит систему в состояние СОВС «Стоп» При возникновении события "средняя температура воздуха в салоне меньше или равна 14° С контроллер включает отсчет временной задержки, равной 5 мин.

Если температура в течение всей задержки остается ниже 14°С, контроллер принимает решение об установке режима «Отопление». Если температура в течение задержки достигла 14° С или более, система остается в режиме «Вентиляция».

При реализации режима работы «Отопление», последовательно выполняются следующие действия:

- Производится аппаратное включение реле подачи напряжения в БКО. На все устройства БКО подается напряжение питания +80в
- Контроллер выдает команды на включение контакторов БКО. Контактторы включаются последовательно с №1 по №8 попарно с интервалом 1 секунда
- Контроллер выдает команды на включение силовых модулей IGBT, коммутирующих высокое напряжение на нагреватели. IGBT -модули включаются последовательно с №1 по №8 попарно с интервалом 1 секунда
- Контроллер выдает команды на установку заслонок в положение, обеспечивающее подачу воздуха в напольную зону салона. Заслонки переводятся поочередно с №1 по №8
- Запускается ожидание двух событий (условий перехода):
  - получение команды машиниста "Стоп"
  - средняя температура воздуха салона больше или равна 22° С
- При получении команды «Стоп» контроллер переводит систему в состояние «СОВС Стоп»
- При возникновении события средняя температура воздуха салона больше или равна 22° С контроллер включает отсчет временной задержки, равной 30 мин. Если температура в течении этой задержки остается больше или равной 22°С, контроллер принимает решение об установке режима «Вентиляция». Если средняя температура в течении задержки понизилась ниже 22° С, система остается в режиме «Отопление»

При реализации режима «Питания АКБ», выполняются следующие действия:

- Если система находится в процессе запуска (не установлен ни один из режимов «Вентиляция» и «Отопление»), контроллер выдает команды на включение 4-х вентиляторов
- Если система находится в режиме «Вентиляция», контроллер выдает команды на отключение 4-х вентиляторов
- Если система находится в режиме "Отопление" контроллер выдает команды на отключение всех контакторов IGBT -модулей. Далее включается отсчет временной задержки, равной 30 секундам. Цель задержки - охлаждение нагревателей. По истечении задержки контроллер выдает команды на отключение 4-х вентиляторов
- При восстановлении режима питания (пропадания сигнала «АКБ») контроллер реализует тот режим работы системы, в котором система находилась в момент появления сигнала «АКБ».

## **Описание функционирования СОВС при переходе в состояние «Стоп»**

Команда «Стоп» от машиниста может быть получена при следующих режимах СОВС:

- «Выключена»
- «Работа», режим «Вентиляция»
- «Работа», режим «Отопление»

Если команда «Стоп» от машиниста получена при состоянии СОВС «Выключена», никаких действий в системе не производится.

Если команда «Стоп» от машиниста получена при состоянии СОВС «Работа» и установлен режим «Вентиляция», контроллер последовательно выполняет следующие действия:

- Устанавливает состояние СОВС «Стоп»
- Реализует отображение информации об авариях, отказах
- Выдает команды на отключение всех вентиляторов
- Снимает режим «Вентиляция»
- Запускает ожидание двух событий:

-получение от машиниста команды «Выключено»

-получение от машиниста команды «Работа»

При получении команды «Выключено» контроллер выдает сигнал на отключение блоков питания БУВО. Контроллер и блоки БУВО обесточиваются. Система переходит в состояние СОВС «Выключена». При получении команды «Работа» контроллер устанавливает состояние СОВС «Работа». Далее контроллером выдаются команды управления на включение всех вентиляторов. Вентиляторы включаются последовательно с №1 по №8 попарно с интервалом 1 секунда

Если команда «Стоп» от машиниста получена при состоянии СОВС «Работа» и установлен режим «Отопление» - контроллер последовательно выполняет следующие действия:

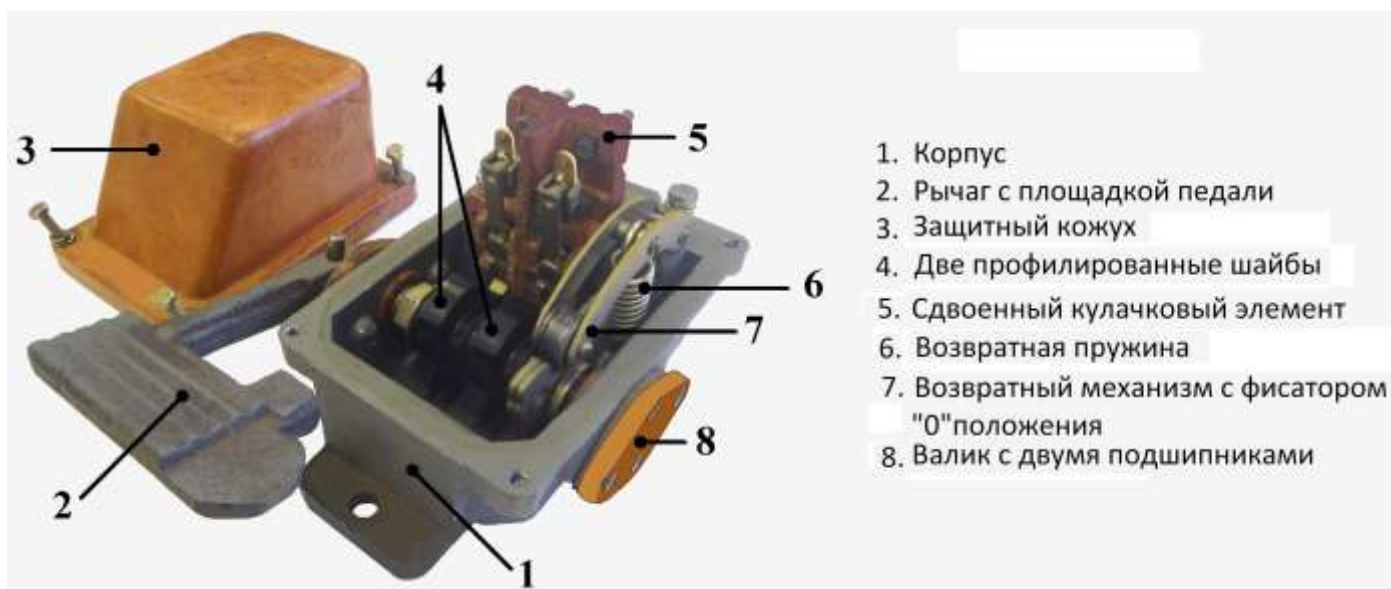
- Устанавливает состояние СОВС "Стоп"
- Реализует отображение информации об авариях, отказах
- Снимает управление всех IGBT -модулей
- Выдает команды на отключение всех контроллеров БКО
- Включает отсчет временной задержки, равной 30 секундам. Цель задержки - охлаждение нагревателей
- Выдает команды на отключение всех вентиляторов
- Снимает режим «Отопление»
- Запускает ожидание двух событий:
  - получение от машиниста команды «Выключено»
  - получение от машиниста команды «Работа»

При получении команды «Выключено» контроллер выдает сигнал на отключение блоков питания БУВО. Контроллер и блоки питания БУВО обесточиваются. Система переходит в состояние СОВС «Выключена»".

### **Переключатель ПН-743**

В схеме вагона 81-740 переключатель используется в качестве педали безопасности, без нажатия которой нельзя привести поезд в движение. Переключатель размещается в кабине машиниста и установлен под основным пультом машиниста.

Педали бдительности используются машинистом, в условиях, когда необходимо обеспечить особые условия следования поезда или состава, осуществляя контроль состояния машиниста. При следовании с включённой (нажатой) педалью бдительности машинист обязан проявлять особую бдительность и быть готовым немедленно отпустить её и применить экстренное торможение, если возникнет угроза безопасности движения



1. Корпус
2. Рычаг с площадкой педали
3. Защитный кожух
4. Две профилированные шайбы
5. Сдвоенный кулачковый элемент
6. Возвратная пружина
7. Возвратный механизм с фиксатором "0" положения
8. Валик с двумя подшипниками

Рис.112 Педаль безопасности

Переключатель (Рис.112) состоит из корпуса (1) и защитного кожуха(8), кулачкового барабана с кулачковыми шайбами (3), рычага с площадкой педали(7), возвратного механизма с фиксатором «0» положения(4),

Корпус выполнен литым из алюминиевого сплава. Храповик под действием пружины фиксирует педаль в нулевом положении. При повороте кулачкового барабана с помощью педали кулачковые шайбы включают или выключают кулачковые элементы (6), коммутируя две независимые электрические цепи посредством замыкающих контактов. Возвратная пружина растягивается.(5) При отпуске педали эта операция выполняется в обратном порядке.

### Ситуации, при которых включается педаль бдительности

- Въезд, выезд из электродепо и следование по парковым путям
- Движение по соединительным ветвям по не кодированным частотами АРС рельсовым цепям
- Проследование светофоров с запрещающим показанием согласно ПТЭ
- При появлении на указателе АЛС сигнального показания «0» или «0Ч» на станциях и перегонах линий метрополитена
- При следовании по станционным путям оборота подвижного состава к сигнальному знаку «Остановка первого вагона» или «УП»
- В месте появления показания АЛС ОЧ на пути оборота установлен знак «ОЧ». Скорость следования в этом месте не должна превышать 20 км/ч. Перед знаком «ОЧ» машинист должен нажать педаль безопасности
- При следовании с отключенными устройствами АРС

### Ручное управление электропневматическим тормозом

В штатном режиме работы, на вагонах модели 81-740, давление воздуха в ТМ составляет 2,7-3,1атм., кран машиниста установлен в 6-ое положение, воздухораспределители находятся в положении тормоз. Для управления пневматическими тормозами состава используется электрическое управление; автоматическое и ручное.

При переходе на КРМ, давлении 5 атм. в ТМ, управление пневматическими тормозами производится краном машиниста.

О нахождении ВР в положении отпуск сигнализирует:

- В штатном режиме в верхнем правом углу монитора машиниста красные буквы «БТБ»
- В режиме ВО в строке «БТБ гот» красный квадрат (ы)
- При отключении КРО или (КРР) - большие красные буквы БТБ на экране монитора машиниста, а также отсутствие давления в ТЦ

Примечание: При нахождении ВР в положении отпуск и переводе ТЭ в положении «тормоз» (отключении контроллера реверса) не будет «экстренного тормоза». При управлении пневматическими тормозами от КРМ, пользоваться электропневматическим тормозом от кнопки КТР - запрещено.

### Схема включения БТБ и работа петли безопасности

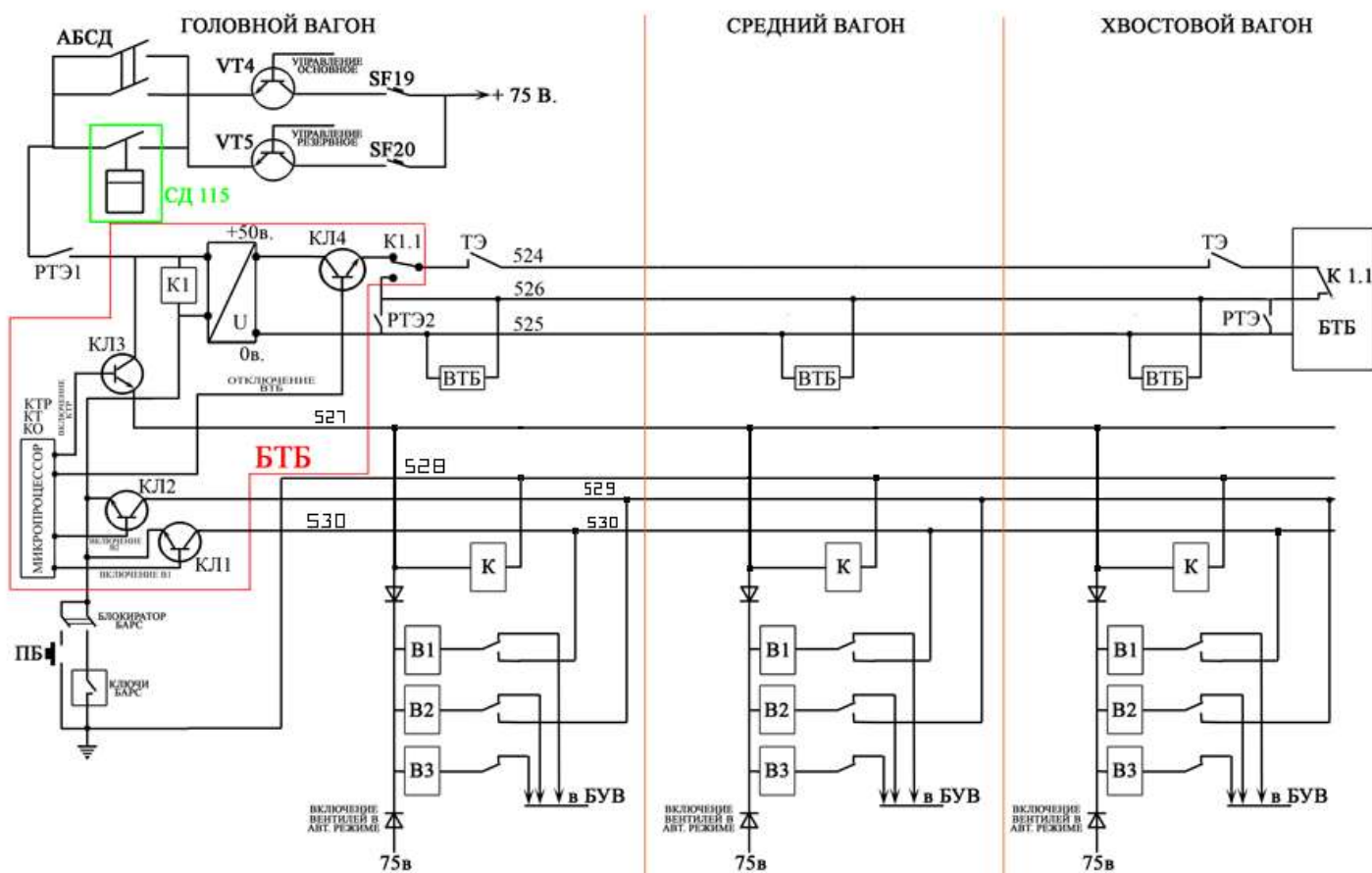


Рис.113 Схема включения БТБ

На БТБ подаётся напряжение 75в по цепи:

- ППЗ, включённый автомат «Питание КРМ основное» или «Питание КРМ резервное»,



транзисторные ключи БКЦУ УТ 4 или УТ5, открытые при положении КРО или КРР «Вперед» или «Назад», контакты СД-115, включённые при давлении в ТМ более 2,7атм.(при неисправности шунтируются тумблером АБСД), нормально замкнутые контакты при отключенном положении тумблера РТЭ (резервный тумблер экстренный), БТБ (преобразователь), блокиратор БАРС (включённый в положение БАРС1 или БАРС2), ключи БАРС включённые при исправных БАРС, или контакты педали безопасности при положении УОС, нулевой провод. БТБ получит питание 75в.

При появлении питания 75в на БТБ получают питание: контактор К1 и преобразователь 50в. Включенный К1, подключает к поезвному проводу 524 транзисторный ключ Кл 4, который управляется микропроцессорным блоком.

На всех вагонах включаются вентили тормоза безопасности (ВБТ) по цепи:

- Преобразователь 50в, транзисторный ключ КЛ4, контакты К1.1, включённые контакты тумблера ТЭ головного вагона, 524 поездной провод, включенные контакты тумблера ТЭ хвостового вагона, контакты К1.1. включённые при отключённом К1 хвостового вагона, 526 поездной провод, с провода 526 через ВТБ в каждом вагоне на провод 525, 0В преобразователя напряжения, блокиратор БАРС, ключи БАРС при включенной АРС, или ПБ при положении УОС, 0 вольт АКБ.

Вентили ВТБ включаются, и отключают в БЭПП воздухораспределители (находящиеся в положении «тормоз») от переключательных клапанов, а значит и от РД (воздух в ТЦ не поступает)

Экстренный тормоз включается при:

- Отключении контроллера реверса основного или резервного
- Отключения автомата «Питание КРМ основное» или «Питание КРМ резервное»
- Включение тумблеров ТЭ или РТЭ в головной или хвостовой кабинах
- Отключение ключей БАРС
- Отключение ПБ при работе в режиме УОС
- При разрыве поезда

При включении тумблера ТЭ в кабине управления или хвостовой кабине снимается напряжение 50В с 524 и 526 поездных проводов, вентили ВТБ теряют питание, включается экстренный тормоз. БТБ контролирует напряжение на проводах 524;525;526.

При снятие напряжения с 524 провода микропроцессор даёт команду на отключение ключа КЛ 4, который отключает 524 провод от преобразователя (50в). Для включения ключа КЛ4 необходимо перезапустить микропроцессор, для чего снять и вновь подать напряжение 75В, что достигается переключением КРО (КРР).

При включении тумблера РТЭ:

- Размыкаются контакты РТЭ 1, в цепи питания 75В ВТБ
- Замыкаются контакты РТЭ 2, соединяя 526 и 525 поездные провода. (разность потенциалов между проводами 526 и 525 становится равной «0»-, ВТБ отключаются).

Включение тумблера РТЭ производится машинистом в том случае, когда перевод тумблера ТЭ в положение тормоз не приводит к срабатыванию экстренного тормоза, что возможно при постороннем питании на 526 проводе.

## **Работа электропневматического тормоза в автоматическом и ручном режимах**

В штатном режиме кнопка КТР отключена (подсветка не горит).

В режиме торможения при истощении электрического тормоза на скоростях менее 7км/ч., БУВ каждого вагона включает В2, независимо от положения контроллера машиниста.

В режиме торможения, при отказе электрического тормоза, БУВ неисправного вагона включает:

- Вентиль удержания В1 - при положении контроллера машиниста Тормоз-1
- Вентиль удержания В2 - при положении контроллера машиниста Тормоз-2,3

При отправлении поезда, после остановки на подъёме, машинист включает кнопку «Подъём» на ПМО. Включением кнопки «Подъём» задаётся режим подъём в БУП и с блока управления поездом на БУВ каждого вагона. Режим подъём обеспечивает сбор схемы в тяговом режиме при наличии давления в ТЦ, и только после включения схемы на ход отпуск электропневматических тормозов (2-ая уставка). Отмена режима «Подъём» производится сбором схемы на ход только от основного контроллера машиниста.

Режим подогрев применяется при не благоприятных атмосферных условиях.

При нажатие кнопки «Подогрев», БУП даёт команду в БУВ каждого вагона, при нулевом или тормозном положениях контроллера машиниста, на повышение давления в ТЦ до первой уставки удержания 0,8-1,3атм.

### **Режим торможения промежуточной тележки (ТРТ)**

Режим ТРТ применяется для создания тормозной силы на промежуточной тележке.

Включением кнопки ТРТ БУП задаётся режим в БУВ каждого вагона, обеспечивающий включение В3 (давление в ТЦ 1,1 атм.) при 3-ем положении контроллера машиниста.

В автоматическом режиме вентиля удержания В1.В2, В3 включает БУВ по цепи:

- Бортовая сеть 75В; В1,В2,В3
- Контакты отключённого контактора К
- БУВ, ключи БУВ, провод 0В

Для отключения В1, В2, В3, необходимо включить контактор К, который выключается при нажатой кнопке КТР или отключить БУВ

### **Ручное управление электропневматическим тормозом**

Переход на ручное управление электропневматическими тормозами (тормоз и отпуск) осуществляется включением кнопки КТР, при этом загорится подсветка кнопки. При переводе тумблера ТЭ в положение «Тормоз» или снятия напряжения 75в с БТБ, и включения кнопки, КТР не включается, подсветка не будет гореть.

После перевода ТЭ в положение «поездное», переключения реверса, подачи питания на БТБ (включение ключей БАРС), нажатия кнопки КТР, загорится подсветка кнопки.

При включении кнопки КТР микропроцессор даёт команду на открытие ключа КЛЗ и подаётся питание на 527 провод по цепи:

- +75В - автоматы защиты «Питание крана машиниста» - основное или резервное, ключи УТ4 управление КРО или УТ5 управление КРР, контакты СД-115 замкнутые при давлении в ТМ 2,8-3,0 атм., контакты РТЭ1 (резервный тормоз экстренный), ключ КЛЗ и провод 527.

По 527 проводу получает питание контактор К по цепи:

- 527провод, контактор К, провод 528 и минус АКБ

Контакторы К, включившись разрывают свои блок-контакты и отключают В1, В2 и В3 от БУВ, подключив к 529 и 530 проводам вентиля В1 и В2.

## **Ручное торможение**

При однократном нажатии кнопки КТ (тормоз) микропроцессор даёт команду на открытие КЛ1, который включившись соединит 530 провод с минусом АКБ. Во всех вагонах включатся вентиля В1 по цепи:

- 527провод, диод, вентиль В1, контакт контактора К; 530 провод, ключ КЛ1, блокиратор БАРС, ключи БАРС или ПБ, минус АКБ.

При нажатии кнопки КТ (тормоз) второй раз микропроцессор даёт команду на открытие КЛ2. Ключ открывается и соединяет В2 через 529 провод с минусом АКБ по цепи:

- 527провод, диод, В2, 529 провод, КЛ2, блокиратор БАРС, ключи БАРС или ПБ, минус АКБ.

При нажатии кнопки КТ (тормоз) третий раз микропроцессор снимает команду на открытие КЛ4, ключ закрывается и снимается питание 50в с 524 провода, что приводит к снятию питания с ВТБ, включению экстренного тормоза (аналогично разрыву петли).

Для отпуска тормозов необходимо включить кнопку КО (отпуск), при включённой КТР. При нажатии кнопки КО (отпуск) первый раз микропроцессор выдаёт команду на включение КЛ4, что приведёт к восстановлению петли безопасности. На всех вагонах включатся ВТБ. При нажатии кнопки КО второй раз микропроцессор выдаёт команду на закрытие КЛ2. На всех вагонах отключатся В2.

При нажатии кнопки КО третий раз микропроцессор выдаёт команду на закрытие КЛ1. На всех вагонах отключатся В1.

При отключении КТР микропроцессор выдаёт команду на закрытие КЛЗ, снимется питание с 527 провода. Контактор К отключится и подключит В1, В2 к БУВ, отключив от проводов 529, 530 в каждом вагоне. При отключённой КТР вентилями удержания управляет БУВ.

## **Экстренный тормоз**

Включение экстренного тормоза происходит при:

- Отключение автоматов «Питание крана машиниста основное» и «Питание крана машиниста резервное» (снятие питания 75в с БТБ)
- Пониженное давление (утечка) в «ТМ» ( отключились контакты АБСД)
- Отключении ключей БАРС (отключены автоматы БАРС дешифратор переведён из положения ВП, неисправность устройств АРС)
- Отсутствии питания 50в на схеме петля безопасности

Примечание: Отпуск ПБ при следовании на УОС приводит к экстренному тормозу, так как вентили ВТБ теряют «землю», а на вагонах «Русич» воздухораспределитель при штатной работе всегда находится в заторможенном положении.

### Система управления поездом «Витязь – 1М»

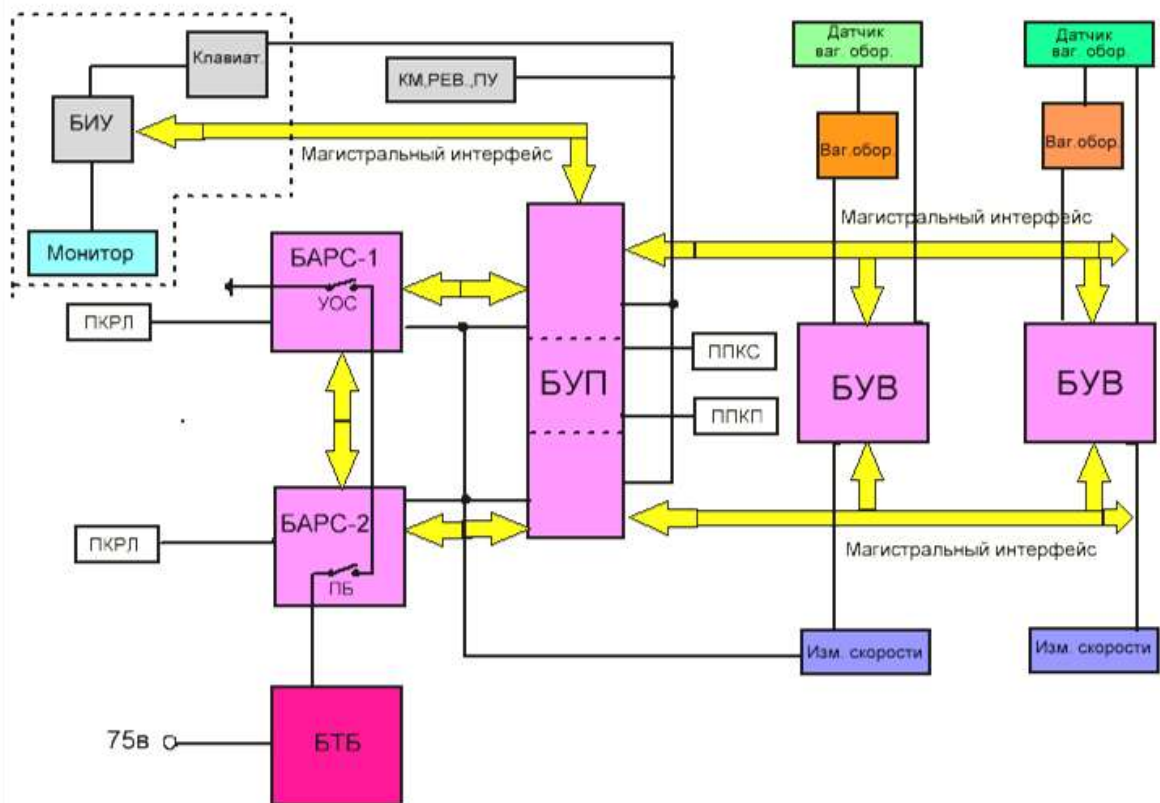


Рис.114 Система управления поездом «Витязь – 1М»

Система управления, безопасности и технической диагностики электроподвижного состава метрополитена – система «Витязь-1М», предназначена для безопасного управления поездом метро и обеспечения управления и диагностики оборудования вагонов. Система имеет дублирование.

Примечание: Система «Витязь-1М» позволяет возможность управлять поездом в автоматическом режиме (автоведение) и осуществлять обмен данными со станционными устройствами, для чего линии метрополитена необходимо оборудовать соответствующими путевыми устройствами, а к поездным устройствам подключить, входящие в комплект

системы «Витязь», приемо-передатчики канала связи (ППКС) и приемо-передатчики коррекции пути (ППКП).

Система «Витязь – 1М» обеспечивает следующие функции:

- управление поездом и вагонным оборудованием в режиме ручного управления с учетом авторежима
- автоматическое ограничение скорости поезда по сигналам с рельсовой линии
- обеспечение управления отдельным вагоном при маневровых работах
- сигнализацию о допустимой, предупредительной и текущей скоростях
- обеспечение технической диагностики вагонов поезда и сигнализации о неисправностях вагонного оборудования и самой системы
- обеспечение обмена информации между блоками системы
- ввод информации с устройства первоначального ввода и вывод информации на устройства отображения информации.

### **Взаимодействие основных составных частей системы**

Для включения системы «Витязь» и подготовки ее к работе необходимо осуществить ввод пароля (рис.115) и произвести начальную установку количества вагонов (Рис.114), заводских номеров вагонов (Рис.115), диаметра бандажа колесной пары и ряда вспомогательной информации. Для этого в кабине управления машинист выполняет следующие действия:

В кабине управления головного вагона машинист включает выключатель батареи, контролируя включение аккумуляторной батареи по характерному звуковому сигналу, включению дежурного освещения блочно-модульной системы «Световая линия», наличие информационного сообщения на блоке информационного табло и включению блоков наддверного табло

В аппаратном отсеке головного вагона машинист проверяет включённое положение всех автоматов защиты на ПВЗ, опломбированное положение тумблера «Блокировка ОАК». На ППЗ машинист включает все автоматы защиты, начиная с SF-1 «Питание общее».

На экран монитора машиниста выводится сообщение «Введите пароль» (Рис.112).



Рис.115 Ввод пароля

По таймеру блока управления вагоном, «бегущие» цифры в левом нижнем углу экрана монитора машиниста, машинист проверяет исправность линии связи поездной магистрали между блоками БУП и БУВ. При исправности таймера БУВ машинист производит инициализацию системы автоматического управления «Витязь».

С помощью цифровых клавиш функциональной клавиатуры машиниста машинист набирает код пароля «2002» (Рис.116).



Рис.116 Набор кода

В случае неверно введенного кода пароля необходимо нажать клавишу «Ввод». На экран выводится сообщение «Неверный пароль». Необходимо снова ввести код пароля. Время ввода и количество попыток ввода кода пароля не ограничено.

При правильном вводе кода пароля на мониторе выводится экран «Режим депо» - это экран первоначального ввода информации, в котором курсор находится в верхнем правом углу напротив пункта 1 (Рис.117).

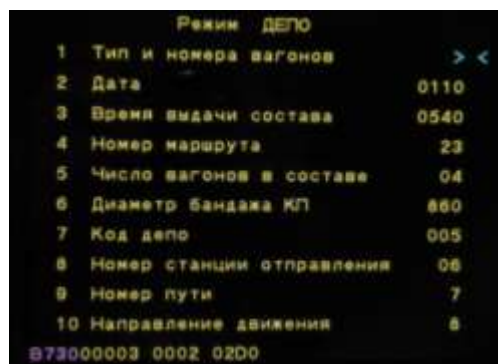


Рис.117 Экран «Режим депо»

В экране «Режим депо» производится установка количества вагонов (пункт 5 «Число вагонов в составе») и заводских номеров вагонов (пункт 1 «Тип и номера вагонов»).

Для корректировки числа вагонов в составе необходимо с помощью клавиши «↓», подвести курсор к пункту 5 «Число вагонов в составе», нажать клавишу «Выбор», с помощью цифровых клавиш клавиатуры машиниста ввести необходимое число вагонов, и нажать клавишу «Ввод».

Для корректировки заводских номеров вагонов необходимо подвести курсор к пункту 1 «Тип и номера вагонов», нажать клавишу «Выбор». На экран выводится подменю «Тип и номера вагонов» (Рис.118).

ТИП И НОМЕРА ВАГОНОВ			
№ ваг.	код типа	заводской №	
1	2	0209	<
2	2	0763	
3	2	0762	
4	2	0208	
5	2	0000	
6	2	0000	
7	2	0000	
8	2	0000	
9	2	0000	

В03000003 0002 02D0

Рис.118 «Тип и номера вагонов»

В экране «Тип и номера вагонов» необходимо подвести курсор к неправильно введённому номеру вагона, нажать клавишу «Выбор», ввести правильный номер вагона и нажать клавишу «Ввод».

После того, как все номера вагонов введены правильно необходимо нажать клавишу «Ввод» дважды, это необходимо для выхода из подменю и выхода из экрана «Режим депо».

При успешном прохождении инициализации системы САУ, на монитор выводится экран «Неидентифиц. вагоны», в котором число прямоугольников, имеющих сигнализацию красного цвета соответствует числу вагонов принимаемого состава (Рис.119).

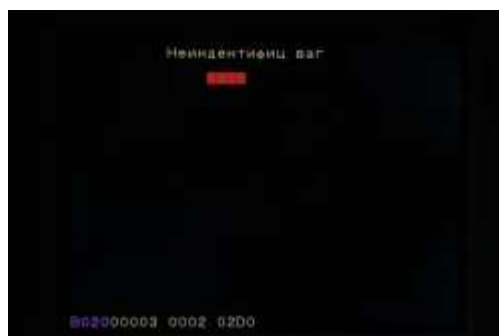


Рис.119 «Неидентифицированные вагоны»

При включении реверса от КРО, контролируется включение режима удержания (2-я уставка электропневматического тормоза). При этом в автоматическом режиме производится идентификация вагонов. Если не пройдет идентификация всех вагонов – включится экстренный тормоз (разрядка воздуха из ТМ через РВТБ), а на мониторе останется тот же экран. Если не пройдет идентификация одного вагона, например, головного – экран примет вид (Рис.120).

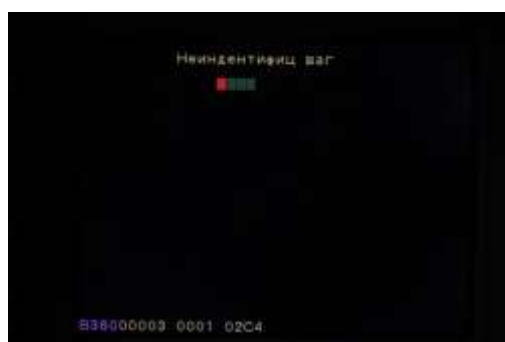


Рис.120 Неидентификация одного вагона

В случае прохождения идентификации всех вагонов, на монитор выводится экран с органами управления основного и вспомогательного пультов машиниста, в котором производится тестирование кнопок и тумблеров (рис.121).



Рис.121 Тестирование кнопок пультов

В экране тестирования машинист производит проверку прохождения команд от кнопок основного и тумблеров вспомогательного пультов в переходное устройство БУП. На ОПУ машинист последовательно нажимает кнопки «Восприятие сообщения», «Бдительность», «Восприятие торможения», «Подъём», контролируя при этом изменение сигнализации прямоугольников с красного цвета на зелёный цвет (Рис.122).

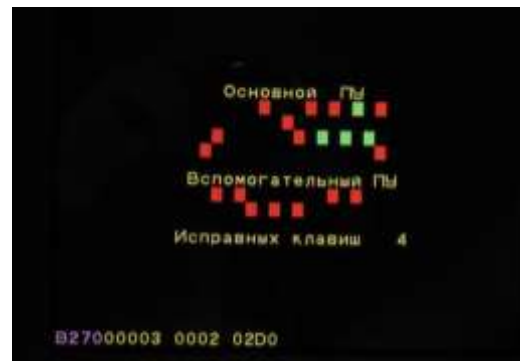


Рис.122 Изменение сигнализации прямоугольников

На ВПУ машинист последовательно включает тумблеры «ИПП», «Компрессор основной», «Овещение Салон», контролируя изменение сигнализации прямоугольников с красного цвета на зелёный цвет. (Рис.123)



Рис.123 Проверка тумблеров

После проверки прохождения сигналов тумблера остаются во включённом положении. Машинист нажимает клавишу «Ввод». На мониторе выводится экран штатного режима (Рис.124).





Рис.124 Экран штатного режима

В строке переключателя дешифратора машинист проверяет информацию о положении рукоятки ПД, например, Режим: 1/5. С помощью кнопки «Восприятие сообщения» машинист удаляет все сообщения из информационной строки БУП и приступает к диагностике вагонного оборудования.

На клавиатуре машинист нажимает клавишу «Сот» для вывода на монитор экрана «Противоюзная защита» (Рис.125).



Рис.125 «Противоюзная защита»

Для проверки работы раздвижных дверей на клавиатуре машинист нажимает клавишу «2 Двери» для вывода на монитор экрана «Состояние дверей» (Рис.126).



Рис.126 Проверка работы раздвижных дверей

На клавиатуре машинист нажимает клавишу «9 ТП» для вывода на монитор второй страницы экрана «Состояние вагонного оборудования» (Рис.127).



Рис.127 Состояние вагонного оборудования

При правильном вводе пароля и задании заводских номеров и количества вагонов блок БУП осуществляет инициализацию системы, при которой проводится идентификация вагонов (присвоение порядковых номеров блокам БУВ), определяется их ориентация и принадлежность к половине состава. Помимо этого осуществляется проверка исправности всех блоков системы.

При успешном завершении данной операции ведущий БУП высвечивает на мониторе схематичную картинку ОПУ и ВПУ, при помощи которой осуществляется тестирование приема сигналов с органов управления машиниста блоком БУП, блоком БАРС.

После успешной проверки основного и вспомогательного пульта управления блок БУП осуществляет переход к штатному режиму.

Состав аппаратуры системы «Витязь – 1М», устанавливаемый на вагонах 81-740 и 81-741 в соответствии с функциональной электрической схемой вагона:

- Блок управления поездом (БУП)
- Блок управления вагоном (БУВ)
- Блок автоматической регулировки скорости (БАРС-М)
- Измеритель скорости (ИСГ.02М1)
- Контроллер машиниста (КМ)
- Монитор машиниста (У1)
- Блок индикации (БИУ)
- Регистратор «Яуза-2»
- Блок тормоза безопасности (БТБ).

## **Назначение и функции составных частей системы «Витязь-1М»**

### **Блок управления поездом ( БУП)**

Блок является специализированным блоком логической обработки информации и предназначен для работы в составе систем управления, безопасности и технической диагностики электроподвижного состава метрополитена «Витязь-1М».

Блок установлен в аппаратном отсеке вагона.

БУП выполняет функции диспетчеризации и обеспечивает:

- Ведение поезда в ручном режиме
- Централизованное управление вспомогательными устройствами и оборудованием вагонов
- Диагностирование аппаратов и устройств оборудования вагонов с контролем безопасности движения
- Ввод первоначальной информации и вывод информации на систему индикации в кабину машиниста
- Прием управляющих сигналов от пультов управления и контроллера машиниста и вывод сигнализации о состоянии основного вагонного оборудования состава
- Обмен информацией по поездной магистрали (основной и резервной) с блоками БУВ и хвостовым (головным) БУП и обмен информацией с БАРС-М
- Решение задач переориентации системы управления при наличии сигналов о неисправностях блоков, входящих в систему
- Частичное выполнение функций БАРС-М при их неисправности (функции безопасности движения)
- Безопасность движения при выходе из строя БАРС-М (режим УОС)

### **Блок автоматической регулировки скорости (БАРС-М)**

Блок предназначен для обеспечения безопасности движения поезда.

БАРС-М представляет собой устройство, состоящее из двух одинаковых блоков, один из которых работает в «холодном» резерве, что обеспечивает возможность оперативной замены неисправного блока в процессе эксплуатации.

Блок выполняет следующие функции:

- Обеспечивает прием с рельсовой линии сигналов и определяет допустимую и предупредительную скорость
- Обеспечивает непрерывный контроль за соответствием фактической и допустимой скоростей
- Обеспечивает контроль о готовности машиниста к принятию мер по снижению скорости или остановки поезда
- Передает значения допустимой скорости движения на индикатор скорости
- Вырабатывает команды «Разрешение хода», «Требование тормозного режима» с указанием вида тормоза (подтормаживание, удержание, полное служебное торможение, экстренное торможение)
- Обеспечивает контроль за готовностью машиниста к выполнению мер по снижению скорости или остановки поезда
- выдает звуковой сигнал «Звонок».

Блок установлен в аппаратном отсеке вагона 81-740.1.

## Блок управления вагоном (БУВ)

Блок является специализированным микропроцессорным вычислительным блоком логической обработки информации и предназначен для выполнения нижеперечисленных функций:

- Обмен информации с БУП
- Опрос дискретных и аналоговых датчиков вагонного оборудования
- Выработку управляющих воздействий для блока управления тяговым приводом (БУТП) и тормозной системы
- Управление вагонным оборудованием и контакторной аппаратурой (освещение салона, открытие и закрытие дверей и т.д.)
- Обмен информацией с системой обогрева и вентиляции салона (СОВС)
- Обмен информацией с блоком противоюзной защиты.

## Монитор машиниста

Мониторы машиниста У1 (ММУ1) или монитор машиниста унифицированный УМ (ММУМ) предназначены для предоставления машинисту визуальной информации во всех режимах эксплуатации поезда и управления вагонным и поездным оборудованием с помощью клавиатуры на панели пульта.

Конструкцией мониторов предусмотрена также возможность запуска системы управления поездом с пульта с помощью устройства управления доступом при наличии персональной карты у машиниста.

Дополнительно, конструкция монитора УМ (ММУМ) предусматривает использование его в телевизионном режиме, выдачу текущего информационного материала на цифровой накопитель и выдачу напряжения +5 в для блока индикации БИУ.

Управление вагонным оборудованием осуществляется с клавиатуры, размещенной на пульте управления.

На экранах мониторов отображается информация:

- В режиме ручного управления поездом
- В режиме контроля поездного оборудования перед началом движения состава
- В режиме технической диагностики оборудования в процессе движения состава
- В режиме аварийных ситуаций.

Порядок работы машиниста с клавиатурой и визуальная информация изложены в руководстве на систему «Витязь-1М» .

Монитор устанавливается на пульте машиниста в горизонтальной плоскости под углом, удобным для наблюдения. Пульт монитора крепится справа от машиниста на опорной раме под углом 45°. ММУ1 последовательной двунаправленной кодовой линией сопряжен с БУП, который осуществляет обработку сигналов с клавиатуры и формирование информации для отображения на экране.

Машинист может вызвать на экран информацию о состоянии поездного оборудования (токи, скорость, неисправности и др.), подавая соответствующие команды в БУП с клавиатуры. Монитор также используется для получения справочной информации о работе системы «Витязь-1М»

## Блок индикации (БИУ)

Блок предназначен для работы в составе системы «Витязь-1М».

БИУ располагается в головном и хвостовом вагонах 81-740.1 на пульте машиниста основном (ПМО) и в процессе работы отображает:

- Направление движения поезда
- Фактическую скорость движения на шкальном и цифровом индикаторах
- Допустимую и предупредительную скорости на шкальных индикаторах
- Разовые команды.

Максимальная отображаемая скорость на линейных шкалах – 100 км/ч (с шагом 2 км/ч).

Цвет свечения:

- Красный – допустимая скорость
- Зеленый – фактическая скорость
- Желтый – предупредительная скорость.

Максимальная отображаемая скорость на цифровом табло – 99 км/ч с шагом 1 км/ч.

- Цвет свечения – зеленый.

Отображение направления движения – световом табло.

- Цвет свечения – красный.

Отображение разовых команд – на светодиодах.

Цвет свечения:

- «ЛН» – зеленый
- «ХОД» – желтый
- «ИСПР» – зеленый
- «ОСТ» – красный
- «ДНЕПР» – красный
- «ДАУ» – красный.

Линии связи обеспечивают:

- Прием информации по интерфейсу ИРПС из блоков БАРС-М
- Прием информации в двоично-десятичном коде по восьмиразрядной шине из блока ИСГ.02М1

В состав БИУ входят:

- Процессор индикатора
- Устройство шкальное.

Процессор индикатора принимает последовательный код из БАРС-М, расшифровывает информацию о допустимой, фактической и предупредительной скоростях и разовых командах, усиливает ее и передает для отображения на устройство шкальное.

Устройство шкальное принимает информацию из процессора индикатора, отображает скорости (допустимую, фактическую и предупредительную) на шкальных индикаторах, а разовые команды – на светодиодах.

## Регистратор «Яуза-2»

Регистратор «Яуза» предназначен для регистрации параметров состояния состава вагонов и сохранения этой информации в рабочих и аварийных условиях.

Регистратор использует для приема значений состояния поезда последовательный канал передачи данных. Источником данных является бортовое оборудование

Принимаемые данные регистрируются (записываются) в энергонезависимой памяти накопителя регистратора. Запись производится «по кольцу», т.е. после первого заполнения всего объема памяти продолжение регистрации приводит к вытеснению (стиранию) наиболее устаревших данных с записью на их место новых данных.

Временной объем накопителя составляет не менее 72 ч, т.е. накопитель обеспечивает одновременное хранение данных, принятых как минимум за последние 72 ч регистрации.

Продолжительность хранения зарегистрированной информации составляет не менее 10000 ч (при условии, что эта информация не вытесняется вновь поступающей) независимо от наличия электропитания регистратора.

регистратор состоит из:

- Устройства регистратора
- Устройства переходного.

Устройство регистратора устанавливается в аппаратном отсеке головного вагона, а устройство переходное в кабине машиниста.

Устройство переходное подключается к устройству регистратора с помощью разъема. На корпусе устройства переходного имеется светодиод и разъем для подключения устройства считывания данных (УСД).

Управление регистратором осуществляется в соответствии с программой микроконтроллера устройства регистратора, введенной в его память.

Работоспособность регистратора контролируется машинистом по индикатору на переходном устройстве, расположенном в кабине.

## Измеритель скорости

Измеритель скорости вагонов метро показывающий (ИСГ) - предназначен для формирования последовательностей прямоугольных импульсов, частота которых пропорциональна частоте вращения колесной пары, определения и отображения фактической скорости и направления движения головного вагона для информации машиниста.

В состав ИСГ. входят:

- Датчик вращения шестерни - 4 шт.
- Блок электроники - 1 шт.

Бесконтактный датчик вращения шестерни (ДВШ), содержащий две катушки индуктивности, устанавливается в корпусе редуктора каждой колесной пары вагона 81-740. Прохождение зуба шестерни редуктора в зоне чувствительности датчика вызывает поочередное изменение электрических параметров катушек индуктивности. Это изменение фиксируется и преобразуется блоком электроники в прямоугольные импульсы, частота следования которых пропорциональна частоте вращения колесной пары.

В блоке электроники производится вычисление скорости движения поезда и пройденного пути, а также осуществляется непрерывный контроль исправности катушек индуктивности каждого из четырех датчиков и линий связи, соединяющих датчики с блоком электроники.

При обрыве указанных проводов на передней панели блока электроники гаснет соответствующий светодиод.

Блок электроники состоит из:

- Двух плат обработки сигналов (ПОС), предназначенных для формирования прямоугольных импульсов при прохождении зуба шестерни в зоне чувствительности датчика ДВШ
- Платы индикации (ПИ), предназначенной для вычисления фактической скорости движения, пройденного пути, отображения указанных значений с помощью светодиодных семисегментных индикаторов и светодиодной сигнализации исправности датчиков
- Платы питания (ПП), предназначенного для формирования напряжения питания +5в, поступающего на блок индикации машиниста, а также напряжения питания узлов блока электроники.

Блок электроники устанавливается в аппаратном отсеке головного вагона.

На передней панели блока расположены следующие органы управления:

- Тумблер «Скорость/Путь» - для вывода информации о значении скорости движения поезда (в км/ч) в положении «Скорость» или пройденном пути (в км) в положении «Путь»
- Тумблер «Направление 1 Рев.» - для изменения знака фазового сдвига на противоположный между выходными сигналами А и В первого измерительного канала платы обработки сигналов
- Тумблер «Направление 2 Рев.» - для изменения знака фазового сдвига на противоположный между выходными сигналами А и В второго измерительного канала платы обработки сигналов
- Кнопка «Диаметр < » для ввода диаметров колеса (в мм из ряда диаметров) с уменьшением значения при каждом нажатии кнопки
- Кнопка «Диаметр > » для ввода диаметров колеса (в мм из ряда диаметров) с увеличением значения при каждом нажатии кнопки
- Шестиразрядный индикатор «Путь/скорость/Диаметр» – для индикации значений пройденного пути, скорости движения и диаметра колеса
- Индикатор единичный «Вкл» - для индикации подключения блока электроники к источнику бортовой сети +80в
- Восемь индикаторов единичных «Контроль Датчиков» – для индикации наличия неисправности в цепях катушек датчиков и в линиях связи.

На задней панели блока электроники располагаются штепсельные разъемы Х1 – Х5, предназначенные для подключения датчиков ДВШ, входных цепей аппаратуры управления поездом, входных цепей блока индикации машиниста, к источнику бортовой сети +80в и для выхода служебных сигналов.

Измеритель скорости отрегулирован и опломбирован на предприятии-изготовителе и дополнительной настройки и регулировке его на месте использования по назначению не требуется.

### **Блок тормоза безопасности.**

Блок тормоза безопасности предназначен для обеспечения управления и контроля состояния петли безопасности электроподвижного состава метрополитена (+50В) и режима резервного управления электропневматическим тормозом.

БТБ выполняет следующие функции:

- Включает питание +50в (+55в) вентилей тормоза и отпуска (петля безопасности);
- Включает резервное управление в каждом вагоне
- Формирует импульсы управления вентилями тормоза (ВТ) и вентилями воздухораспределителя (ВР) БЭПП –248 при резервном управлении

- Контролирует отсутствие замыкания «+50в» и 0В (50в) на «+75в», 0В (75в) и корпус вагона, обрыв петли безопасности (потенциального провода).

В состав блока БТБ входят следующие устройства:

- Блок тормоза
- Блок питания БТБ

БТБ представляет собой блочный каркас с установленными в него платами и четырьмя соединителями для подключения блока к пульту машиниста (ПМО), БАРС-М, тормозу безопасности и резервному тормозу, с которым БТБ связан также через вентили (ВТ, ВО).

БТБ управляет тормозом безопасности, для чего подает напряжение +55в, изолированное от входного напряжения питания, на тормоза безопасности, расположенные на каждом вагоне и отключает их. Включение БТБ производится с пульта машиниста. Тормоза безопасности включаются при снятии питания с БТБ, если разомкнута петля безопасности.

Для управления резервными тормозами БТБ принимает сигналы при включении кнопок на пульте машиниста: «Тормоз резервный», «Торможение», «Отпуск». При переходе на резервное управление БТБ выдает сигнал «Индикация» на пульт машиниста.

БТБ реализует алгоритм управления торможением, сигналы которого «Управление», «Вентиль тормоза», «Вентиль отпуска» поступают на тормозной клапан электропневматического воздухораспределителя. Блоки БТБ устанавливаются на головном вагоне.

В состав системы «Витязь-1М» входит блок автоматической регулировки скорости (БАРС-М). БАРС-М устанавливается на вагонах в приборном отсеке. В режиме автоматической регулировки скорости вся информация, поступающая с рельсовой цепи, обрабатывается и выдается в (БУП) автоматически. БУП- обеспечивает безопасность движения при выходе из строя БАРС-М (режим УОС).

На головных вагонах установлены, работающие совместно с краном машиниста (013А) электропневматический вентиль автостопа (ЭПВ-177 ) электрическая часть вентиля подключена к блоку БАРС, который срабатывает при отказе контроля скорости и при нарушении цепи управления электропневматического тормоза, что приводит к разрядке ТМ экстренным темпом.

## **Работа блока БАРС-М**

При штатном включении система АРС формирует команду и осуществляет разрыв петли безопасности (экстренный тормоз). Состав остается заторможенным экстренным тормозом до окончания начального запуска системы, куда входит ввод пароля, идентификация вагонов, проверка пультов управления и вагонного оборудования. По окончании данных операций система АРС контролирует положение контроллера машиниста (КМ) и наличие фактической скорости состава. При нахождении КМ в положении Выбег/Тормоз и фактической скорости поезда, измеренной всеми каналами головного вагона (БУП, БАРС-М), меньше  $V_{min}$  ( $V_{min} = 1,8$  км/час ) система АРС формирует команду на тормоз удержания. При этом петля безопасности замыкается и система АРС контролирует изменение давления в тормозных цилиндрах с максимального значения до величины, соответствующей тормозу удержания (2-я уставка электропневмоторможения с  $P_{тц} = 1,6 - 2,1$  Атм) при минимальной загрузке вагона. В случае положительного результата контроля каждый из блоков АРС формирует признак готовности к работе. В противном случае, если КМ находится в положении ХОД, или с него поступает комбинация сигналов, несоответствующая штатной, или фактическая скорость поезда хотя бы в одном из каналов не соответствует заданным требованиям ( $V_{факт} < V_{min}$ ), или результат контроля неудовлетворителен, БАРС-М формирует команду на включение экстренного тормоза и до устранения причин держит петлю безопасности обесточенной.



После появления признака готовности к работе система АРС разрешает движение состава метрополитена с постоянным контролем безопасности движения и не превышения допустимой скорости.

На индикаторе скорости, расположенном на основном пульте машиниста, система АРС отображает:



Рис.128 Индикатор скорости

- Красная шкала - допустимую скорость движения, принимаемую с рельсовой линии, мигающему состоянию которой соответствует отсутствие частоты (ОЧ)
- Зеленая шкала - фактическую скорость движения
- Желтая шкала - предупредительную скорость движения.

Управление индикатором скорости и выдача информации на него осуществляется ведущим БАРС-М. Ведущим считается левая половина работающего субблока.

Система АРС формирует ряд команд управления движением. К ним относятся:

- включение тормозного режима по требованию АРС
- вид тормозного режима по требованию АРС (электродинамический тормоз, электропневматический тормоз)
- разрешение тягового режима АРС.

Данные команды поступают в БУП, где соответствующим образом обрабатываются и передаются на вагонное оборудование (через поездную магистраль и блоки управления вагоном) для исполнения. Причем БУП обрабатывает команды от двух БАРС-М и в случае их различия выбирает команду с наивысшей безопасностью.

Логика работы системы АРС при ее исправности следующая:

При остановке состава, когда КМ находится в положении ВЫБЕГ/ТОРМОЗ, система АРС формирует команду на тормоз удержания (электротормоз с Ртц = 1,2 - 1,8 атм). В случае скатывания состава вперед или назад (появление скорости  $V_{\text{факт}} > V_{\text{min}}$ ) в данном режиме система АРС включает экстренный тормоз (Ртц = 2,6 - 3,1 атм). Снятие экстренного тормоза произойдет после остановки состава. При переводе КМ в положение ХОД при скорости  $V_{\text{доп}} \geq 40$  км/ч система АРС разрешает тяговый режим. При этом тяговый режим отменяется, если будет осуществляться скатывание назад в течение 3 с или в течение 6 с состав не наберет скорость движения более 1,8 км/час. В этом случае система АРС включит тормозной режим (электротормоз с уставкой 3 и Ртц = 2,6 - 3,1 атм). Отмена данного режима и переход на тормоз удержания произойдет после перевода и выдержки КМ в положении ВЫБЕГ/ТОРМОЗ более 1,5 с. После чего попытку трогания можно повторить.

При трогании с  $V_{доп} = 0$  км/ч (или с ОЧ) необходимо нажать кнопку бдительности или педаль безопасности и перевести КМ в положение ХОД

При этом отмена тягового режима произойдет только при отпускании КБ или ПБ.

При движении состава на скорости  $V_{факт} < V_{доп}$  и нажатии на КБ или ПБ система АРС сформирует команду на электродинамический тормоз.

Торможение осуществляется до отпускания КБ или ПБ или до скорости движения 20 км/ч. При этом в течение 1,5 - 2 с после нажатия включается режим подтормаживания 1-ой уставкой электропневмотормоза ( $P_{тц} = 1,1 - 1,5$  Атм - на экране машиниста). В случае отсутствия эффективности электродинамического тормоза произойдет повагонное замещение электропневматическим тормозом

( $P_{тц} = 2,6 - 3,1$  Атм) с разбором на соответствующем вагоне схемы из тормозного режима при  $P_{тц} > 1,5$  Атм.

При движении состава система АРС при достижении скорости  $V_{факт} > (V_{доп} - 1,1$  км/ч)

(78,9 км/ч; 68,9 км/ч; 58,9 км/ч; 38,9 км/ч; 18,9 км/ч соответственно) сформирует команду на запрет тягового режима и при нахождении КМ в положении ХОД разберет силовую схему. При этом на мониторе машиниста появится сообщение ЗАПРЕТ ТР БАРС. Снятие запрета и разрешение движения в режиме ХОД осуществляется только после перевода КМ в положение ВЫБЕГ/ТОРМОЗ и падения скорости  $V_{факт} < (V_{доп} - 3$  км/ч) (77 км/ч; 67 км/ч; 57 км/ч; 37 км/ч; 17 км/ч соответственно).

При отсутствии перевода КМ в положение ВЫБЕГ/ТОРМОЗ запрет тягового режима сохраняется до изменения внешних воздействий. Режим запрета тягового режима не запрещает электродинамическое торможение.

При движении состава метрополитена система АРС, в случае превышения допустимой скорости, сформирует команду на включение электродинамического тормоза с наложением на 1,5 - 2 с с первой уставкой электропневматического тормоза и включит звуковую сигнализацию

Замещение электродинамического тормоза электропневматическим в случае отсутствия эффективности первого осуществляется повагонно ( $P_{тц} = 2,6 - 3,1$  Атм) с разбором на соответствующем вагоне схемы из тормозного режима. Через 3,5 с (на скорости  $V_{факт} > 43$  км/ч) и 3,8 с (на скорости  $V_{факт} < 43$  км/ч) из-за отсутствия эффективности торможения или заданной величины замедления ( $\Delta V > 0,8$  м/с) система АРС может включить экстренный тормоз, разорвав петлю безопасности. Сформировать команду на включение экстренного тормоза система АРС может и в дальнейшем при отсутствии эффективности торможения или заданного замедления (проверка данных параметров осуществляется с периодом  $v1c$ ).

При разрыве петли безопасности (давление в тормозных цилиндрах  $P_{тц} = 2,6 - 3,1$  Атм, разбор схемы на всех вагонах) система АРС осуществляет торможение до полной остановки. Замыкание петли безопасности и переход на тормоз удержания происходит при наличии признака нулевой скорости и КМ в положении ВЫБЕГ/ТОРМОЗ.

Отмена режима торможения осуществляется машинистом нажатием на КВТ и переводом КМ в положение ВЫБЕГ при условии снижения скорости  $V_{факт}$  ниже  $V_{доп}$ . Если скорость  $V_{факт} > V_{доп}$ , но КВТ нажата и торможение эффективно, произойдет отключение звуковой сигнализации с отключением режима торможения после снижения скорости  $V_{факт}$  и перевода КМ в положение ВЫБЕГ.

Если КВТ не была нажата или КМ находится в положении ХОД, то торможение продолжается. В этом случае при скорости  $V_{факт} = 4,5$  км/ч сформируется команда на включение электропневматического торможения ( $P_{тц} = 2,6 - 3,1$  Атм) и торможение состава осуществляется до полной остановки с последующим переходом на тормоз удержания.

При снижении скорости  $V_{факт}$  ниже  $V_{доп}$  и правильных действиях машиниста (нажатие КВТ и КМ в положении ВЫБЕГ/ТОРМОЗ) система АРС сформирует команду

на запрет тягового режима с надписью на мониторе машиниста ЗАПРЕТ ТР БАРС. Снятие режима запрета осуществится после снижения скорости  $V_{\text{факт}}$  ниже ( $V_{\text{доп}} - 3$  км/ч) аналогично п.2.2.4.4.

Перевод КМ в положение ХОД и продолжение движения в тяговом режиме возможно только после пропадания на мониторе надписи ЗАПРЕТ ТР БАРС.

В противном случае система АРС повторно включит тормозной режим с возможным разрывом петли безопасности и торможением до полной остановки.

## Цифровой информационный комплекс (ЦИК)

В качестве информационно-переговорной системы вагонов использованы цифровые информационные комплексы, установленные на головных и промежуточных вагонах.

### Состав оборудования ЦИК

Блок управления цифрового информационного комплекса (БУЦИК)

Блок наддверного табло (БНТ)

Блок информационного табло (БИТ)

Блок экстренной связи (БЭС)

Микрофон

### Блок управления цифрового информационного комплекса (БУЦИК).

Блок предназначен для воспроизведения речевых, текстовых сообщений о маршруте движения или иного назначения, а также обеспечения экстренной голосовой связи между пассажирами и машинистом во время движения.

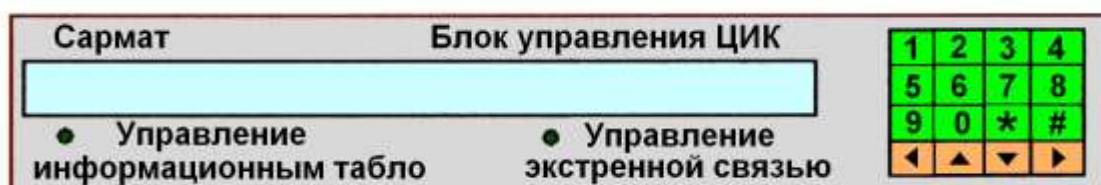


Рис.129 Индикатор состояния ЦИК

БУЦИК обеспечивает:

- Управление блоками экстренной связи (БЭС), наддверного табло (БНТ) и информационного табло (БИТ)
- Установки параметров ЦИК

- Индикации режима работы ЦИК
- Организации связи между кабинами машиниста головного и хвостового вагонов
- Организации системы экстренной связи «пассажир-машинист»
- Организации системы громкоговорящей связи
- Воспроизведение из перезаписываемой памяти речевых и текстовых информационных сообщений
- Обеспечения синхронного поступления речевой и текстовой информации о местоположении поезда на блоки БНТ и БИТ

Блок расположен в кабине машиниста на правой стойке ПМО.

При включении питания БУЦИК выполняет процедуру начальной инициализации, самотестирования и тестирования (повагонно) всех зарегистрированных в ЦИК блоков. Результаты тестирования отображаются на индикаторе состояния ЦИК (Рис.129) .

### Организация экстренной связи

При нажатии пассажиром на кнопку «Нажмите для вызова» на одном из блоков БЭС (Рис.130) в БУЦИК поступает сигнал вызова и сохраняемый в памяти этого БЭС индивидуальный номер вагона, позиционный номер БЭС в вагоне позиционный номер вагона в составе поезда.



Рис.130 Блок БЭС в салоне

СБУЭС принимает эту информацию и выполняет, если не занят обслуживанием других вызовов, следующие действия:

- Немедленно передает в БЭС разрешение на передачу сообщения от пассажира
- Подает на контрольный громкоговоритель в кабине машиниста вызывной сигнал
- Включает тракт приема звукового сообщения от пассажира
- Включает подсветку индикатора состояния ЦИК и отображает информацию о локализации БЭС.



Рис.131 Тангента на микрофоне

Во время прослушивания сообщения машинист имеет возможность нажатием тангенты на микрофоне, подключенному к разъему «Микрофон», прервать прием и передать на БЭС ответ. При этом в БЭС передается команда на прием ответа машиниста и включится тракт передачи.

### **Организация межкабинной связи**

Передача сообщения в другую кабину возможна в отсутствие вызова от пассажира (БЭС) и в отжатом состоянии кнопки «Линия» на пульте машиниста основном. Для этого машинист нажимает и удерживает тангенту на микрофоне и исходящий БУЦИК посылает вызывной сигнал и включает тракт передачи сообщения, а во входящем БУЦИК прозвучит короткий вызывной сигнал и включится тракт приема с выходом на контрольный динамик в кабине машиниста.

Для приема ответного сообщения необходимо отжать тангенту. При нажатии и удержании тангенты на микрофоне второго БУЦИК, включается тракт передачи сообщения из второго БУЦИК в первый.

### **Организация громкоговорящей связи (ГГС)**

Для передачи речевого сообщения по системе необходимо нажать кнопку «ЛИНИЯ» на пульте машиниста основном, а затем нажать и удерживать тангенту на микрофоне. Передаваемое речевое сообщение озвучивается всеми блоками БНТ комплекса. Для последующих передач каждый раз необходимо нажимать кнопку «Линия» на пульте машиниста. Возможна также передача речевого сообщения по системе ГГС от резервного микрофона, подключенного к разъему «Резервный микрофон».

## Цифровой магнитофон и информационные табло

Речевая информация для передачи по системе ГГС через БНТ и буквенно-цифровая и мнемоническая информация для передачи на БИТ сохраняется в энергонезависимой памяти СБУИТ.

Память для речевых сообщений разбита на две области «Маршрут 1» (женский голос) и «Маршрут 2» (мужской голос).

Управление работой речевого магнитофона осуществляется вручную с помощью следующих кнопок, расположенных на пульте машиниста и подключенных к БУЦИК через разъем «ПМ»:

- «Установка в начало» без фиксации - для установки в начало списка речевых и мнемонических сообщений выбранного маршрута
- «Пуск записи» без фиксации - для начала воспроизведения очередного блока речевых и мнемонических сообщений выбранного маршрута
- «Выбор маршрута» с фиксацией - для выбора типа речевого сообщения.

При кратковременном нажатии кнопки «Установка в начало» осуществляется переход к первому блоку списка информационных сообщений выбранного маршрута. При кратковременном нажатии кнопки «Пуск записи» начинается воспроизведение установленного блока сообщений из памяти СБУИТ. Воспроизведение следующего блока информационных сообщений из памяти СБУИТ начнется при следующем нажатии кнопки «Пуск записи».

При отжатой кнопке «Выбор маршрута» речевые сообщения воспроизводятся из области памяти СБУИТ - «Маршрут 1», а при нажатой кнопке - из области памяти СБУИТ - «Маршрут 2». При нажатой кнопке «Линия» выдача речевых сообщений очередного блока из памяти СБУИТ при кратковременном нажатии кнопки «Пуск записи» производится на встроенный контрольный громкоговоритель. При этом на блоки БНТ и БИТ информация не поступает.

Управление работой цифрового магнитофона возможно также с помощью кнопок на клавиатуре управления БУЦИК. Подсистема громкоговорящей связи служит для выдачи пассажирам информации о маршруте движения и передачи сообщений.

## Блок экстренной связи (БЭС)

Блок предназначен для обеспечения пассажиров метро экстренной речевой связью с машинистом при движении поезда на линии. БЭС (Рис.130) устанавливаются в головных и промежуточных вагонах по четыре штуки на каждый вагон (по два блока в каждой секции салона).

В составе ЦИК БЭС взаимодействуют с активным блоком БУЦИК.

Для передачи сообщения машинисту пассажир должен кратковременно нажать кнопку вызова, передача сигнала вызова и номера вагона в БУЦИК.

При отсутствии других вызовов на лицевой панели БЭС включается зеленым цветом световой индикатор разрешения передачи, звучит фраза «Говорите» и создается тракт передачи от микрофона БЭС до контрольного громкоговорителя в кабине машиниста.

Передача сообщения от пассажира прерывается автоматически по началу ответа машиниста или по истечении максимального времени передачи ( $45 \pm 5$ ) с.

При этом световой индикатор разрешения передачи на лицевой панели БЭС и тракт передачи выключаются. По окончании ответа машиниста или по истечении максимального времени передачи, БЭС переходит в состояние ожидания.

В случае, когда вызов происходит в момент связи машиниста с другим пассажиром, вызов с данного БЭС становится в очередь. На время ожидания очереди световой индикатор разрешения передачи на лицевой панели БЭС включается красным цветом, звучит фраза «Машинист занят. ждите», а тракт передачи звукового сообщения от пассажира машинисту не включается.

### Блок наддверного табло (БНТ)

Блок предназначен для отображения световой информации и передачи звуковых сообщений о прибытии поезда метро на станцию, а также сообщений с микрофонного устройства машиниста.

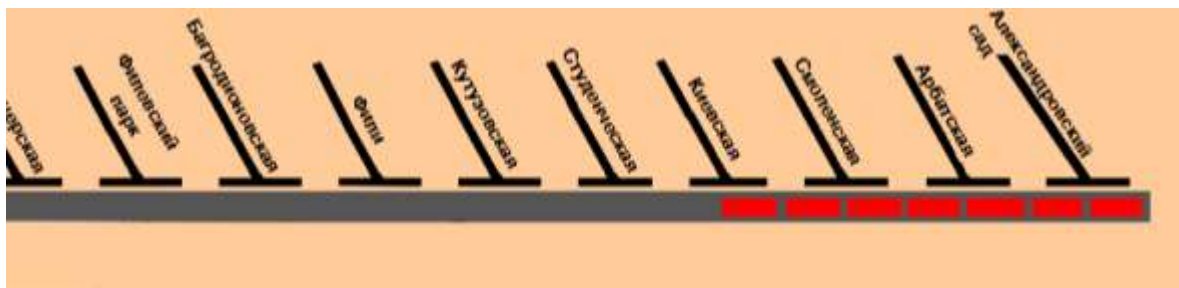


Рис.132 Блок наддверного табло

Блоки БНТ устанавливаются в каждом вагоне над всеми входными раздвижными дверями - в количестве восьми штук на вагон.

БНТ содержат линейную шкалу, состоящую из 32 элементов отображения (ЭО), которые включаются группами согласно алгоритму работы. При отправлении поезда должна включаться группа ЭО, соответствующая следующей станции, в режиме мигания с частотой  $(1 \pm 0,5)$  Гц, а предыдущие группы должны оставаться включенными. При прибытии поезда на станцию указанная группа ЭО должна гореть непрерывно. Включение ЭО и воспроизведение звуковых сообщений об отправлении и прибытии поезда осуществляется синхронно. Звуковые сообщения воспроизводятся через громкоговоритель, установленный в корпусе БНТ, с уровнем, обеспечивающим разборчивость при наличии высокого уровня шума в вагоне при движении поезда. Питание БНТ осуществляется от сети постоянного тока напряжением 80В по отдельной линии. Все БНТ подключаются к линии связи и бортовой сети параллельно.

## Блок информационного табло (БИТ)

Блок предназначен для отображения текстовых сообщений о маршруте движения поезда метро, сообщений рекламного характера и других сообщений.



Рис.133 Блок информационного табло

В каждом вагоне, головном и промежуточном, установлено по два БИТ. Питание БИТ осуществляется от сети постоянного тока напряжением 80в по отдельной линии. Все БИТ подключаются к линии связи и бортовой сети параллельно.

## Радиосвязь

Для поддержания радиосвязи между диспетчером и машинистом на головном вагоне установлена радиостанция (Рис.134), которая обеспечивает связь на рабочих частотах 2444 кГц или 2464 кГц, переключаемых оперативно.



Рис.134 Радиостанция типа РВС-1-03

Выбор рабочего режима осуществляется с пульта управления (ПУ) радиостанции. Аппаратура радиостанции размещена в аппаратном отсеке и в кабине.



Выносной громкоговоритель располагается в кабине. Пульт управления (ПУ) установлен на правой стойке основного пульта управления (машиниста).

## **Радиостанции типа Motorola GP 340 и Motorola GM 340**

Для поддержания оперативной диспетчерской связи и связи с аварийными службами и МЧС в чрезвычайных ситуациях головные вагоны дополнительно оснащены мобильной носимой радиостанцией типа Motorola GP 340 и мобильной стационарной радиостанцией типа Motorola GM 340, обеспечивающими связь на рабочих частотах 403-476 МГц.

Радиостанция Motorola GM 340 и ее дополнительное оборудование - антенна и источник питания размещаются в кабине.

Источник питания (БП) питается от источника бортовой сети 80в, преобразуя его в напряжение питания радиостанции. Радиостанция Motorola GP 340, как правило, находится в кабине машиниста. При необходимости машинист, покидая кабину управления, носит радиостанцию с собой.

## **Действия машиниста при работе на линии**

Перед выходом состава на линию на вагонах должно быть проведено техническое обслуживание в объеме ТО-1 с обязательным проведением диагностики систем и узлов вагонного оборудования с использованием экрана монитора машиниста в соответствии с руководством по эксплуатации на систему «Витязь».

При проведении технического осмотра необходимо провести работы по осмотру вагонного оборудования, обратив особое внимание на техническое состояние экипажной части вагонов, состояние подвески и крепления подвагонного оборудования, состояние сцепных устройств и проверку положения концевых и разобщительных кранов.

При приемке состава необходимо также выполнить работы, связанные с подготовкой и проверкой готовности состава к выходу на линию:

- На всех вагонах включить АБ, для чего переключатель батареи поставить в положение «Включено».
- На панелях вагонной защиты (ПВЗ) всех вагонов включить следующие автоматические выключатели: «Питание ЦУВ»- SF1, «Питание БУВ» -SF2, выключатели цепей управления дверями раздвижными и торцевыми - SF12 - SF15, цепей управления вагоном -SF4 и SF5, освещения салона – SF19 и SF20, выключатели «Инвертор» - SF28 и «Пуск инвертора» – SF6, «ИПП» – SF7, «Противоюз» - SF8, «Пожарная система» – SF10, «Мотор-компрессор» - SF11, «Оповещение» и «Экстренная связь» - SF16 и SF17, «Скоростемер» – SF21, «Токоприемник» - SF29, «Табло наддверное» – SF30, «Осушитель» – SF18, «Уравнительные цепи питания» – SF32.
- На панелях поездной защиты (ППЗ) головного и хвостового вагонов включить следующие автоматические выключатели: «Питание общее» - SF1, «ЦУВ. Управление основное» - SF2, автоматические выключатели питания БАРС 1 и БАРС 2 – SF4 и SF7, системы видеонаблюдения и табло – SF6, «Питание БУП» - SF5, систем оповещения и радиосвязи SF8 и SF9, выключатели «Ориентация вагонов» - SF10, «Направление движения» - SF11, «Фары 1 гр.-2 гр.» и «Габаритные огни» - SF12, SF13 и SF14, «Пожарная система. Освещение кабины» - SF15, «Отопление,стеклообогрев» - SF16, «Кондиционер» - SF17, «Гребнесмазыватель. сигнал» - SF18, « АСНП» - SF22, «Питание крана машиниста. основное» - SF19, «Двери открытие» - SF21.

- Произвести включение и проверить функционирование блока управления работой гребнесмазывателя, включить питание ДУКС на блоках управления, а также на блоках управления других систем (кондиционера, системы отопления и вентиляции).
- На пультах управления маневровых промежуточных вагонов проверить положение органов управления. Автоматический выключатель и тумблеры «Питание» и «ИПП» должны быть в положении «Выкл.», а переключатель «Вперед-назад» – в нейтральном положении.
- Для включения системы «Витязь» и подготовке ее к работе необходимо осуществить ввод пароля и произвести начальную установку количества вагонов, заводских номеров вагонов, диаметры колесных пар и другую вспомогательную информацию.

Операции по включению системы «Витязь» (введение пароля и первоначальной информации), диагностике блоков этой системы, проверке прохождения команд от органов управления ПМО и ПМВ, проверке исправности основных блоков БУП, БУВ и БАРС с локализацией неисправных блоков и тестированию вагонного оборудования («начальный пуск») выполняются в соответствии руководством по эксплуатации системы «Витязь».

Работы по диагностике вагонного оборудования, органов управления машиниста (ПМО и ПМВ) и проверке самой системы «Витязь» проводятся локомотивной бригадой с использованием экрана монитора машиниста.

После проверки ПМО и ПМВ блок БУП осуществляет переход системы к штатному режиму, при котором система выполняет следующие функции:

- Автоматическое регулирование скорости и обеспечение безопасности движения
- Техническую и функциональную диагностику вагонного оборудования и устройств вагона
- Управление блоками управления тяговым приводом, вагонным оборудованием и электропневмотормозами

В ходе премки необходимо также проверять работу пневмотормоза при срыве скобы срывного клапана. Проверка должна проводиться при наличии в напорной магистрали состава сжатого воздуха давлением (0,63-0,8) МПа, открытым разобщительным краном К35 и штатном режиме экрана монитора машиниста.

При этом необходимо выполнить следующие операции:

- Основной контроллер реверса на ПМО установить в положение «Вперед»
- Рукоятку крана К29 в кабине машиниста установить в положение «А», а рукоятку крана машиниста перевести в положение «VI»
- На ПМО нажать кнопку «Тормоз резервный», при этом должна включиться подсветка кнопки
- В штатном режиме на экране монитора машиниста отображаемое давление воздуха в тормозных цилиндрах  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$  должно быть равным нулю
- Сорвать скобу срывного клапана и по монитору машиниста контролировать значения давлений в тормозных цилиндрах  $P_{\min} \geq 2,8 \text{ кгс/см}^2$ , а  $P_{\max} \leq 3,2 \text{ кгс/см}^2$
- Перекрыть кран К35 отключения срывного клапана. Давление в тормозных цилиндрах должно быть равным нулю
- Вернуть скобу срывного клапана в исходное положение
- Отжать кнопку «Тормоз резервный»
- Открыть разобщительный кран К35.

По результатам визуального осмотра состава, проверок и тестирования вагонного возникновения отказов и неисправностей, производятся необходимые регулировочные работы, принимается решение о техническом состоянии вагонов и возможности выхода состава на линию оборудования

Включение источников бортового электропитания (ИПП) и оборудования вспомогательных (низковольтных и высоковольтных) систем на всех вагонах производится после входа башмаков токоприемников в контакт с контактным рельсом и подачи на вагон высокого напряжения.

Включение ИПП, мотор-компрессоров, освещения, вентиляции и отопления (обогрева) салонов и кабины осуществляется с ПМВ тумблерами «ИПП», «Компрессор основной», «Вентиляция-обогрев», «Освещение.Салон», «Освещение.Кабина».

Включение кондиционера и управление им осуществляется с панели управления кондиционером.

### **При управлении движением поезда**

Перед началом движения поезда дать предупредительный сигнал нажатием кнопки «СИГНАЛ» на ПМО или нажатием на педаль клапана сигнала.

Переключатель контроллера реверса (КР) на блоке резервного управления ПМО поставить в положение «Вп» или «Нз».

Для включения тягового привода и начала движения поезда необходимо рукоятку контроллера машиниста (КМ) на ПМО передвинуть в одну из ходовых позиций.

При этом тяговое усилие на двигателях и ускорение разгона поезда будет зависеть от положения рукоятки КМ.

На шкалах блока индикации на ПМО будет отображаться фактическая скорость поезда на линейной шкале, ее цифровое значение на индикаторе скоростимера и направление движения.

При нажатии клавиши «СКОР» на клавиатуре передней панели монитора ММУ1 на экране появится информация о скорости состава фактической, предупредительной и допустимой.

При нажатии клавиш «ТОК» и «ВО» на экран монитора выводится информация о потребляемом электрооборудованием токе в каждом вагоне, и состоянии вагонного оборудования.

Нажатием клавиши «Реж» включается штатный режим системы и на экран выводится информация о штатном режиме работы системы «Витязь».

Формирование команд управления режимами движения поезда и вагонным оборудованием осуществляется на двух уровнях:

Первый уровень – БУП формирует команды на основании:

- Команд от системы АРС (разрешение тягового режима, запрет тягового режима, требование торможения, вид тормоза)
- Признаков формируемых алгоритмом функциональной диагностики («Двери открыты», «Экстренное торможение», «Стояночный тормоз», «Неисправность БУВ»)
- Команд управления, поступающих с КР, КМ, ПМО и ПМВ.

Второй уровень – БУВ формирует команды на основании:

- Команд управления от БУП
- Признаков, формируемых алгоритмом функциональной диагностики
- Сигналов с датчиков вагонного оборудования

На втором уровне реализованы следующие режимы управления тяговым приводом (ТП):

- Разбор схемы на «Тормоз» при срабатывании БВ, при неисправности ТП, при наличии давления в тормозных цилиндрах (ТЦ) (для ходового режима - более/равно 0,8 кгс/см<sup>2</sup>, для тормозного режима – менее/равно 1,5 кгс/см<sup>2</sup>)
- Замещение режима электроторможения режимом пневмоторможения при истощении, отказе, неэффективности электротормоза

Функции автоматического регулирования скорости выполняют различные блоки и устройства системы управления:

- Блоки БУП, БУВ, БАРС-М, БТБ, система и блок индикации (БИУ), измерители скорости ИСГ-02М1, контроллер машиниста КМ, контроллер реверса КР, пульт машиниста ПМО с кнопками «АЛС», «БДИТЕЛЬНОСТЬ», «ВОСПРИЯТИЕ ТОРМОЖЕНИЯ», «БАРС» и педаль безопасности

При начальной инициализации системы и проверке вагонного оборудования БАРС-М выдает команду на разрыв петли безопасности. Обесточивается БТБ.

По окончании режима инициализации и проверки вагонного оборудования БУП на основе информации от БУВ-о величине давления в ТЦ вагонов формирует признак «БТБ включен». Получив данный признак, блоки АРС при скорости  $V_{\text{факт}} > V_{\text{мин}}$  (1,8 км/ч) и КМ в положении «Выбег» или «Тормоз» формируют признак измерения нулевой скорости  $V_0$  и команду на включение тормоза удержания. Данная команда поступает в БУП, где обрабатывается и передается в блоки БУВ, которые реализуют эти команды, запрашивая соответствующие вентили.

Тормозом удержания является вторая уставка электропневмоторможения (вентиль №2), при этом БУВ осуществляют контроль за падением давления в ТЦ с давления максимального до давления удержания, а БУП формирует на основе этой информации признак эффективности тормоза удержания. БАРС-М по данному признаку формирует сигнал готовности к работе. В дальнейшем система АРС осуществляет свою работу в зависимости от принятого сигнала с рельсовой линии о допустимой и фактической скорости, положения контроллера машиниста КМ и состояния кнопок «АЛС», «БДИТЕЛЬНОСТЬ» и педали безопасности.

При нажатой кнопке «АЛС» система работает только в режиме автоматической локомотивной сигнализации, выводя на индикатор скорости только допустимую и фактическую скорость. При отжатой кнопке «АЛС» система осуществляет автоматическое регулирование скорости и управление режимами торможения.

В штатном режиме работы система АРС выполняет следующие функции:

- Формирование значений допустимой и предупредительной скоростей и направления движения по сигналам с рельсовой линии в режиме «1/6», «2/6» и «ДАУ»
- Формирование команды «Разрешение ходового режима» при переводе КМ в положение «ХОД» с любой уставкой и наборе составом фактической скорости в течение заданного времени более установленной минимальной скорости
- Формирование команд «Запрет ходового режима» и «Тормоз» при не наборе в течение заданного времени скорости более установленной минимальной или несовпадении направления вращения колесной пары с положением контроллера реверса, при этом включается режим полного служебного торможения электропневматикой без сбора схемы в режим электротормоза
- Формирование команды на включение тормоза удержания (стояночного) при остановке поезда и формировании признака измерения нулевой скорости
- Формирование команды «Запрет ходового режима» при  $V_{\text{факт}} = (V_{\text{доп}} - d)$ , где  $d=1,1$  км
- Формирование команды на включение режима подтормаживания ЭПТ и электротормоза с уставкой 3 и признаком «Тормоз АРС», включение звуковой

- сигнализации при скорости фактической более допустимой и выключение звуковой сигнализации при нажатии машинистом на кнопку «ВОСПРИЯТИЕ ТОРМОЖЕНИЯ»
- Формирование команды на включение тормоза безопасности и торможение до полной остановки при фактической скорости более допустимой и неэффективности служебного торможения или отсутствии снижения скорости ниже допустимой скорости в течение заданного времени после включения служебного тормоза
  - Формирование команды «Тормоз» на полное служебное торможение до скорости состава менее 20 км/ч при нажатии на кнопку «Бдительность» или педаль безопасности («ПБ»), когда скорость фактическая меньше допустимой
  - Формирование команды «Разрешение ходового режима» при нажатии на кнопку «БДИТЕЛЬНОСТЬ» или «ПБ» и переводе КМ в положение «ХОД», когда допустимая скорость равна нулю или имеется признак «ОЧ»
  - Формирование команды «Тормоз» на полное служебное торможение при превышении скорости фактической 20 км/ч для режима движения под кнопкой «БДИТЕЛЬНОСТЬ» или «ПБ»
  - Формирование команды «Тормоз» и включение звуковой сигнализации при смене показаний допустимой скорости «0» на «ОЧ», при этом отпущение и повторное нажатие на кнопку «Бдительность» или «ПБ» приведет к разрешению режима «Ход» и снятию команд на торможение
  - Формирование признака «Абсолютная остановка» с включением тормоза удержания при чередовании «0»/«ОЧ» с заданным интервалом (не более 2 с)

Все перечисленные команды «Разрешение ходового режима», «Тормоз» с видом торможения (электротормоз, удержание, служебное торможение, полное служебное торможение) поступают в блок БУП, где обрабатываются с наивысшим приоритетом и передаются для выполнения в блок БУВ.

Команда на включение тормоза безопасности исполняется выходными ключами блоков АРС.

Для выполнения функции технической и функциональной диагностики вагонного оборудования используются все блоки, входящие в систему «Витязь» и датчики вагонного оборудования, подающие сигналы о контролируемых параметрах работающего оборудования с выводом на экран ММУ1 информации о состоянии этого оборудования на всех вагонах состава, в том числе и о его неисправностях.

При получении информации о неисправностях тягового привода и другого оборудования на каких-либо вагонах решение о возможности продолжения движения поезда принимается машинистом.

Вывод на экран сообщений «Открыта кабина ХВ», «Кузов не в норме», «Защита ИПП (ИПП неисправен)», «Буксы не в норме», «Неисправность МК», «Освещение не включено» и «СОВ неисправен» осуществляется с приоритетом (что важнее) и с включением звукового сигнала. Снятие сообщения осуществляется машинистом нажатием на кнопку «Восприятиесообщения».

При необходимости отключения отдельного вагонного оборудования в любом вагоне необходимо перейти в режим «По вагонного управления».

Для задания режимов повагонного управления на передней панели ММУ1 необходимо нажать клавишу «ПВУ» – вызова экрана.

Отключение (включение) оборудования осуществляется при помощи клавиш на пульте ММУ1: «1/БВ», «2/ДВЕРИ», «3/МК», «4/ТКПР», «5/ОСВ», «6/ТОРЦ», «7/ВЕНТ», «8/БВ», «9/ТП». При этом мотор-компрессор, освещение, вентиляция, ИПП - отключаются, двери торцевые и раздвижные закрываются, токоприемники отжимаются, тяговый привод переводится в режим «Выбег».

Возврат в штатный режим осуществляется нажатием клавиши «РЕЖ.» на передней панели ММУ1. Состояние отключения вагонного оборудования при этом сохраняется до отмены или выключения питания.

Видеообзор вагонов поезда при его движении и на станциях осуществляется по монитору системы видеонаблюдения. Кнопки подключения телекамер зон обзора и управления расположены на панели выбора зоны обзора ПМО.

Включение стеклоочистителя и стеклоомывателя производится нажатием на ПМО соответствующих кнопок.

Для отключения тягового режима и обеспечения возможности движения поезда по инерции (режим «Выбег») необходимо перевести рукоятку контроллера машиниста в положение «0». Для торможения поезда необходимо перевести рукоятку контроллера машиниста на одну из тормозных позиций. При этом, интенсивность торможения увеличивается при удалении рукоятки от нулевого положения (относительно позиции «Выбег»).

При отказе или недостаточно эффективном срабатывании тормоза при торможении контроллером машиниста следует перейти в режим резервного торможения, для чего на ПМО необходимо нажать кнопку «ТОРМОЗ РЕЗЕРВНЫЙ» до ее фиксации и загорания подсветки, что приведет к отключению цепи замещения электротормоза, тормоза удержания и полного служебного торможения системы АРС. Кнопкой «ТОРМОЗ» можно произвести торможение состава с тремя уставками пневмоторможения.

Торможение до полной остановки поезда осуществляется троекратным нажатием кнопки «ТОРМОЗ» на ПМО. Двукратное нажатие обеспечивает среднюю степень торможения, однократное нажатие – слабую.

Выключение тормоза (расторжение состава) производится кнопкой «Отпуск». При этом, троекратное нажатие кнопки обеспечивает полный отпуск тормозов, двукратное – средний, однократное – малый.

**В случае экстренного торможения машинисту необходимо включить на ПМО тумблер «ТОРМОЗ ЭКСТРЕННЫЙ». Произойдет срабатывание пневматического тормоза с максимальным усилием.**

В случае частичного или полного отказа электрических систем управления тормозами от крана машиниста с использованием вентиля резервного тормоза безопасности (ВРТЬ) В11, работающего от блоков БАРС системы «Витязь». Для этого необходимо при положении «А» рукоятки крана К29 открыть разобщительный кран К11, для обеспечения подачи сжатого воздуха от крана машиниста к вентилю В11, и включить на ПМО тумблер «Тормоз экстренный».

Для осуществления движения поезда рукоятку крана управления (крана машиниста) из нижнего положения («полное торможение») перевести в верхнее положение («поездное положение»). При торможении поезда, в зависимости от желаемой интенсивности торможения, рукоятку крана переводить в одно из тормозных положений (ступенчатое торможение).

При поступлении от блоков БАРС команды на экстренное торможение поезда снимается питание с включающей обмотки вентиля В11. Вентиль открывается и сжатый воздух выходит из тормозной магистрали поезда. Происходит экстренное торможение поезда.

При полном отказе электрических систем управления тормозами, в том числе и блоков БАРС, управление пневмотормозами осуществляется краном машиниста. При этом рукоятка разобщительного крана К29 должна находиться в положении «Р» – ручное управление.

Для открытия дверей при посадке и высадке пассажиров необходимо открывать левые или правые двери, в зависимости от положения платформы.

**Для открытия дверей необходимо снять блокировку открытия дверей нажатием на ПМО, кнопки «ДВЕРИ ЗАКРЫТЫ» до включения ее подсветки.**

Для разрешения на открытие дверей необходимо нажать кнопки «ДВЕРИ ПРАВЫЕ» или «ДВЕРИ ЛЕВЫЕ» до их фиксации и включения подсветки. После этого, для открытия левых дверей

нажимается кнопка «ОТКРЫТИЕ ДВЕРЕЙ ЛЕВЫХ», а для открытия правых дверей нажимается кнопка «ОТКРЫТИЕ ДВЕРЕЙ ПРАВЫХ».

Для закрытия дверей с блокировкой открытия нажать кнопку «ЗАКРЫТИЕ ДВЕРЕЙ».

При отказе цепей управления закрытие дверей может быть произведено с помощью кнопок «ПИТАНИЕ» (подача питания на вентили закрытия дверей по резервной цепи) и «ЗАКРЫТИЕ» на блоке контроллеров реверса ПМО.

Для движения поезда (без пассажиров) с открытыми дверями используется кнопка «БЛОКИРОВКА ДВЕРЕЙ».

При необходимости разблокировки торцевых дверей на ПМВ, тумблер «ДВЕРИ ТОРЦЕВЫЕ» переводится в положение «ОТКР.». Торцевые двери разблокируются. Для блокировки дверей указанный тумблер ставится в положение «ЗАКРЫТИЕ».

При необходимости перехода в режим резервного управления на блоке резервного управления контроллер резервного управления (КРУ) поставить в положение «ВП» («вперед») или «НЗ» («назад») и для приведения в движение поезда пользоваться кнопками «ХОД 1» и «ХОД 2».

Резервное включение ИПП 10 головного вагона производится с ПМВ тумблером «ИПП». РЕЗЕРВНОЕ ВКЛЮЧЕНИЕ», а компрессорного агрегата - включением кнопки «КОМПРЕССОР РЕЗЕРВНЫЙ» на ПМО. Подача питания на блок управления тяговым приводом (БУТП) производится кнопкой «УПРАВЛЕНИЕ РЕЗЕРВНОЕ».

По окончании движения поезда по маршруту в одну сторону устройства управления переводятся в исходные положения:

Контроллер машиниста (КМ) в положение «Выбег»

Контроллер реверса (КР) в положение «0»

Кнопки открытия, закрытия и блокировки дверей на ПМО и тумблеры включения вспомогательных систем на ПМВ исходное положение.

С ПМО и ПМВ кнопками «Передача управления» подается сигнал в хвостовой вагон о передаче управления.

При управлении средствами связи и информационными устройствами цифрового информационного комплекса (ЦИК) используются кнопочные выключатели на ПМО «Экстренная связь», «Линия», «Установка в начало», «Запуск записи» и громкоговоритель, а также подключенный к пультау микрофон.

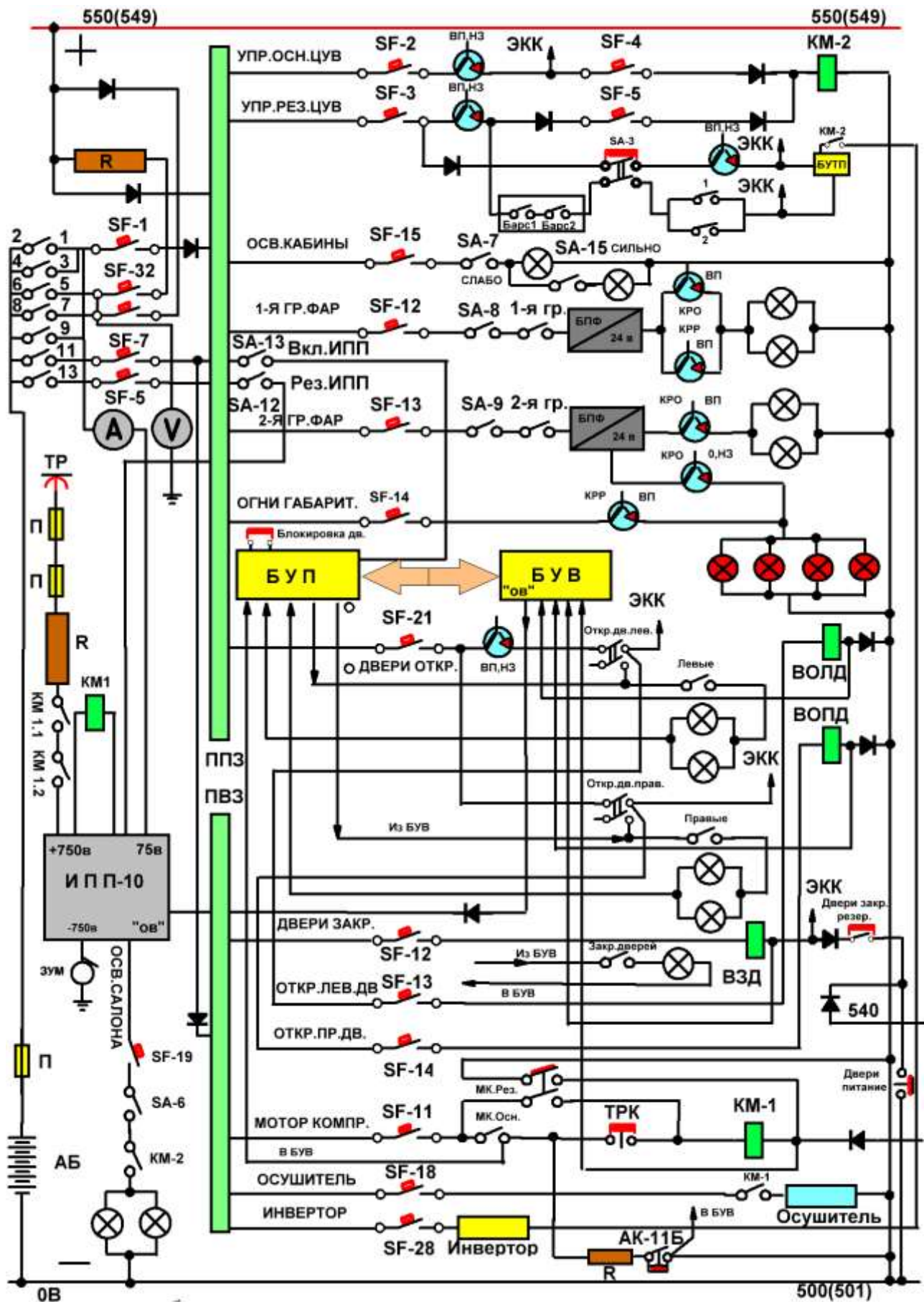
### Назначение автоматов защиты

ППЗ	
SF1	Питание общее
SF2	ЦУВ управление основное, питание РВТБ
SF3	-«-«- управление резервное
SF4	Питание БАРС-1
SF5	-«-«-«- БУП, «Игла», ПМО
SF6	-«-«-«- видеообзор, табло, стеклоочиститель, омыватель
SF7	-«-«-«- БАРС-2
SF8	-«-«-«- оповещение
SF9	-«-«-«- радиосвязь
SF10	ориентация вагонов
SF11	Направление движения
SF12	Фары 1 гр
SF13	-«-«- 2 гр, БПИ
SF14	Огни габаритные

SF15	Пожарная система, освещение кабины, отопление салона
SF16	Отопление и стеклообогрев кабины
SF17	Кондиционер
SF18	Гребнесмазыватель ( сигнал )
SF19	Питание крана машиниста основное
SF20	Питание крана машиниста резервное, ПБ
SF21	Двери открытие
ПВ3	
SF1	Питание ЦУВ
SF2	Питание БУВ
SF4	ЦУВ управление основное
SF5	ЦУВ управление резервное
SF7	ИПП
SF8	Противоюз
SF10	Пожарная сигнализация
SF11	МК, РД
SF12	Закрытие дверей
SF13	Открытие левых дверей
SF14	Открытие правых дверей
SF15	Торцевые двери
SF16	Радиооповещение
SF17	Экстренная связь
SF18	Осушитель
SF19	Освещение салона
SF20	Аварийное освещение салона
SF21	Скоростемер
SF28	Инвертор, БУТП
SF29	Токоприёмник
SF30	Табло наддверное
SF32	Уравнительные цепи питания



## Схема управления вагона «Русич»



## Оглавление

Московский метрополитен Учебно-производственный центр **Ошибка! Закладка не определена.**

Основные сведения по электротехнике.....	4
Электрический ток.....	4
Основные законы электрического тока.....	5
Вагоны серии 81-740 / 81-741 «Русич».....	27
Основные отличия управления вагонов серии 81-740/741.....	28
от вагонов «81-717/714».....	28
Описание и работа вагонов 81-740/ 81-741.....	29
Безопасность .....	31
Пожарная безопасность .....	32
Тяговый асинхронный двигатель.....	32
Регулирование частоты вращения.....	34
Электроснабжение вагона и источники бортового питания .....	35
Батарея аккумуляторная (АКБ).....	35
Источник питания программируемый (ИПП-6, ИПП-10).....	37
Бортовая сеть вагона .....	42
Состав электрооборудования вагонов 81-740\ 741.....	44
Контейнер тягового инвертора.....	45
Отсек № 1 (отсек контакторов).....	46
Зарядный контактор (ЗК).....	49
Отсек №2 (отсек дифференциальной защиты) .....	51
Отсек №3 (отсек вторичного электропитания).....	52
Отсек №4 Отсек управления тяговым приводом .....	54
Рис.40 Блок управления тяговым приводом.....	54
Отсек № 5 (отсек датчиков тока и напряжения).....	55
Отсек № 6 (силовой инвертор).....	56
Отсек № 7 Блока питания вентиляторов ( БПВ).....	57
Отсек № 8 (Отсек промежуточного дросселя ) .....	58
Отсек № 9 Отсек выключателя быстродействующего ( БВ ) .....	60
Отсек №10 (Отсек центральный).....	63
Тормозной резистор .....	63
Блок распределительного устройства ( БРУ-03) .....	65
Блок ограничивающих резисторов. (БОР-6).....	66
Блок коммутации цепей управления (БКЦУ).....	67
Блок контактора (БК-01).....	68
Блок вспомогательной контактной аппаратуры (БВКА-03) .....	69
Токоотвод (УТ-01).....	71
Токоприемник.....	72

Муфта соединительная ( СВ-4А ) .....	73
Блоки соединительные (БСДТ и БС-1).....	74
Коробка электроконтактная.....	75
Двери раздвижные.....	76
Работа электрокомпрессора.....	77
Рабочее место машиниста - кабина управления.....	80
Пульт машиниста основной (ПМО).....	80
Контроллер машиниста ( КМ).....	83
Пульт машиниста вспомогательный (ПМВ).....	84
Панель управления кондиционером .....	85
Автоматические выключатели типа ВА 29- .....	86
Панель поездной защиты.....	87
Панель вагонной защиты (ПВЗ).....	89
Вентиляция, кондиционирование и обогрев кабины .....	90
Фары и сигнальные фонари .....	93
Система видеонаблюдения подвижного состава.....	93
Устройства АСНП-М .....	95
Назначение поездных проводов.....	96
Структурная схема управления поездом и вспомогательных цепей.....	97
Схемы цепей управления поездом и низковольтных вспомогательных цепей.....	99
Схема управления работой раздвижных дверей .....	99
Открытие левых (правых) дверей .....	101
Закрытие дверей.....	101
Резервное управление дверями .....	101
Открытие дверей вручную.....	102
Сигнализация дверей.....	103
Схема управления мотор - компрессором.....	104
Освещение салонов. ....	106
Обогрев кабины машиниста .....	107
Схема фар и габаритных огней .....	107
Габаритные огни.....	108
Схема освещение кабины и аппаратного отсека .....	109
Схема управление торцевыми дверями.....	109
Схема работы управления отжатия ТР.....	110
Схема работы звукового сигнала .....	111
Схема включения крана машиниста .....	112
Включение стеклоочистителя и стеклоомывателя.....	112
Схема управления стояночными тормозами .....	113
Блок управления стояночным тормозом (БУСТ) .....	114

Схема управления стояночным тормозом.....	115
Автоматический гребнесмазыватель АГС- 8М .....	117
Автоматическая Система Обнаружения и Тушения Пожаров (АСОТП) «Игла-М.5К-Т».....	118
Принцип действия системы «Игла-М.5К-Т» .....	121
Индикация состояния системы АСОТП «Игла-М.5К-Т» .....	122
Действия машиниста при срабатывании системы «Игла-М.5К-Т» на линии: .....	124
Схема системы пожаротушения.....	126
Силовая схема вагона .....	127
Подготовка к работе и включение тягового привода .....	128
Схема включения блока управления тяговым приводом .....	128
Схема включения зарядного и линейного контакторов. ....	129
Схема управления тяговым приводом от основного КМ и резервного КРР .....	131
Управление от КМ основного .....	131
Управление от КМ резервного .....	132
Проезд неперекрываемых токоразделов .....	133
Переход из тяги в выбег.....	134
Режим тяги с выбега.....	134
Управление тяговым приводом при движении одним вагоном.....	134
Работа схемы в тормозном режиме.....	134
Переход из тормозного режима в режим выбег .....	135
Защита силовых цепей тягового привода .....	135
Защита от боксования и юза.....	137
Схема вспомогательного высоковольтного оборудования .....	138
Система отопления и вентиляции салонов (СОВС).....	139
Описание блок-схемы функционирования СОВС в состоянии «Работа» .....	140
Описание функционирования СОВС при переходе в состояние «Стоп» .....	141
Переключатель ПН-743.....	142
Схема включения БТБ и работа петли безопасности.....	144
Работа электропневматического тормоза в автоматическом .....	146
и ручном режимах .....	146
Режим торможения промежуточной тележки (ТРТ).....	146
Ручное управление электропневматическим тормозом.....	146
Ручное торможение .....	147
Экстренный тормоз .....	147
Система управления поездом «Витязь – 1М».....	148
Взаимодействие основных составных частей системы .....	149
Назначение и функции составных частей системы «Витязь-1М.....	155
Блок управления поездом ( БУП).....	155
Блок автоматической регулировки скорости (БАРС-М) .....	155

Блок управления вагоном (БУВ).....	156
Монитор машиниста.....	156
Блок индикации (БИУ).....	157
Регистратор «Яуза-2».....	158
Измеритель скорости.....	158
Блок тормоза безопасности. ....	159
Работа блока БАРС-М.....	160
Цифровой информационный комплекс (ЦИК).....	163
Состав оборудования ЦИК.....	163
Блок управления цифрового информационного комплекса (БУЦИК). ....	163
Организация экстренной связи.....	164
Организация межкабинной связи.....	165
Организация громкоговорящей связи (ГГС) .....	165
Цифровой магнитофон и информационные табло .....	166
Блок экстренной связи (БЭС).....	166
Блок наддверного табло (БНТ).....	167
Блок информационного табло (БИТ).....	168
Радиосвязь .....	168
Радиостанции типа Motorola GP 340 и Motorola GM 340.....	169
Действия машиниста при работе на линии.....	169
При управлении движением поезда.....	171
Назначение автоматов защиты.....	175
Схема управления вагона «Русич» .....	177